Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Geologie und Petrographie der Koralpe, VII

Eklogite und Amphibolite

Von

Dr. Alois Kieslinger

(Mit 2 Tafeln und 8 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 21. Juni 1928)

Als Teilergebnis der mit wiederholter Unterstützung der Akademie, für die auch an dieser Stelle gedankt sei, unternommenen geologisch-petrographischen Untersuchung des Koralpengebietes sollen nun die schönsten und auffallendsten Gesteine dieses Gebirges, die Eklogite und ihre Verwandten, besprochen werden. So stark wie kaum irgendwo zeigt sich hier die Schwierigkeit, petrographischen Einzelbefund und geologisches Gesamtbild unter einen Hut zu bringen. Der Mineralbestand wechselt sehr stark, weniger infolge ursprünglicher Verschiedenheit des Ausgangsgesteines als durch örtlich verschiedene spätere Umbildung. Trotz allen Verschiedenheiten bin ich zur Überzeugung gekommen, daß alle einschlägigen Gesteine auf bloß zwei Grundtypen zurückzuführen sind. Alle Granat-, Zoisit- usw. -amphibolite sind aus Eklogitamphiboliten hervorgegangen, während die »Diallageklogite«, beziehungsweise Gabbros, eine Sonderstellung, chemisch wie mineralogisch, einnehmen, Es ist überraschend, daß eigentliche Eklogite im engeren Sinne der petrographischen Namengebung praktisch vollkommen fehlen. Kaum einzelne Schlieren haben den »typischen« Mineralbestand von vorherrschendem Omphazit und Granat. Übrigens sind auch die Eklogite anderer Gebiete, etwa die der Saualpe oder die französischen, in ihrer Hauptmenge immer nur Eklogitamphibolite. Trotzdem wird im folgenden der Einfachheit halber vielfach nur von Eklogiten schlechtweg gesprochen werden.

Viele Abweichungen lassen sich auf Änderungen zurückführen, die noch unter den Bedingungen der zweiten Tiefenstufe vor sich gegangen sind (Amphibolitisierung, Feldspaturalitisierung, Zoisitisierung), andere sind unter oberflächennahen Bedingungen abgelaufen und haben einerseits zu Myloniten, andrerseits zu Diaphthoriten geführt. (Über den Unterschied dieser beiden Begriffe vgl. *155*).

Eine gewisse Rolle spielt auch die Durchtränkung mit pegmatitischen Stoffen, die im kleinsten Maßstabe eine Art Aufschmelzung und Umkrystallisation hervorgerufen hat, so daß an

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einzelnen Stellen eine neue »sekundäre Tiefengesteinsfazies« entstand, d. h. Gesteine, die man ohne Kenntnis ihrer verwickelten Geschichte etwa als Diorite ansprechen würde. Diese Erscheinung ist sehr verbreitet, aber im einzelnen doch nur im kleinen Ausmaß, so daß das Gesamtbild der Metamorphose durch sie nicht gestört wird.

Alles in allem haben diese Gesteine sehr wechselnde Schicksale erlitten, sind ausnahmslos polymetamorph. Nicht viele Dünnschliffe zeigen ein einheitliches Bild; meist bemerkt man eine Mischung verschiedener Fazien, Relikte älterer Gefüge, beginnende Neubildungen, »Orimente« jüngster Umbildungen. Von einem »Gleichgewicht« kann nirgends die Rede sein; daraus folgt unter anderem, daß gewisse allgemeine Erörterungen, etwa die Berechnung der möglichen Komponenten nach der Phasenregel, für unsere Gesteine keine Anwendung finden können. Die Dünnschliffe zeigen die typomorphen Minerale aller Tiefenstufen nebeneinander. Nur die sorgfältigste petrographische Einzeluntersuchung, immer wieder bezogen auf die regionalen geologischen Befunde, vermögen das widerspruchsvolle Nebeneinander in ein sinnvolles Nacheinander aufzulösen. Andeutungsweise wird es möglich sein, die einzelnen petrographischen Geschehnisse den allgemeinen geologischen Vorgängen als Korrelate zuzuweisen. Die bei den bisher besprochenen Gesteinen (Koralpe I bis VI) versuchte Aufteilung in alte Regionalmetamorphose (etwa an der Grenze der dritten und zweiten Tiefenstufe) und jüngere rückschreitende Metamorphosen, schließlich auch Kontaktwirkungen kleinsten Maßstabes gegenüber den Pegmatiten, finden sich hier wieder. Die abschließenden Ergebnisse behalte ich dem allgemeinen regionalen Teil meiner Arbeit (Koralpe IX) vor, doch mag das Betonen dieser Absicht die ausführliche petrographische Beschreibung begründen. Der Schwerpunkt der Studien lag neben der Aufnahmsarbeit in der mikroskopischen Untersuchung. Der quantitativen Auswertung standen viele Hindernisse entgegen, Mangel an den geeigneten Hilfsmitteln (etwa zur Bestimmung höherer Lichtbrechungen), an Geld, schließlich auch eine gewisse Beschränkung in der Zeit, wenn nicht die Arbeit in dem großen Aufnahmsgebiete (fast zwei Spezialkartenblätter) in ujerlose Einzelstudien zersplittern sollte.

Besonderen Dank schulde ich der Geologischen Bundesanstalt für die Anfertigung von zwei Vollanalysen sowie einer Zahl von Dünnschliffen. Mein eigenes Material wurde ferner vermehrt durch eine Reihe von Handstücken und 10 Dünnschliffe aus den Sammlungen des Naturhistorischen Staatsmuseums, wofür ich Herrn Direktor H. Michel zu großem Danke verpflichtet bin. Sie wurden seinerzeit von Dr. A. Brezina meist in der Gegend von Schwanberg (Steiermark) aufgesammelt. Leider sind die Fundortsangaben so allgemein gehalten (»Koralpe Steiermark«), daß die Stücke für die örtliche Geologie wertlos sind und nur zu petrographischen Vergleichen dienen können.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ältere Arbeiten.

Außer der Beschreibung von Rolle (*77, 78*) und der Analyse von Mautner (*70*) gibt es zwei Arbeiten aus der Doelter'schen Arbeitsperiode, nämlich von A. F. Dörler (*26*) und von St. Lovrekovic (*69*). Leider sind diese Arbeiten ganz unzulänglich, die Mineralbestimmungen vielfach falsch, wie Heritsch nachgewiesen hat.

In zwei neueren Arbeiten (*42, 43*) gibt Heritsch Angaben über Mineralbestand und Volumsanalysen (Rosiwal-Ausmessungen) der Eklogite und Amphibolite der Weststeiermark nach den Sammlungen des Grazer Geologischen Institutes. Auch Angel behandelt diese Gesteine in seinen »Gesteinen der Steiermark«; auf dieses Buch werde ich noch wiederholt zurückkommen. Eine neue Arbeit von Machatschki und Gärtner behandelt einen »Biotitgranatamphibolit« aus dem Gipfelgebiet der Koralpe (*138*); auf weitere Arbeiten wird im Text verwiesen werden.

Geologische Erscheinungsform.

Um die Arbeit möglichst kurz zu halten, werden hier im allgemeinen keine topographischen Angaben gemacht, außer wo es sich um wichtige Fundorte handelt. Über die Verbreitung der Hornblendegesteine unterrichtet die geologische Karte der Koralpe, von der die südliche Hälfte (Spezialkartenblatt Unterdrauburg) bereits im Druck ist.

Unsere Gesteine bilden, wo sie in größerer Ausdehnung auftreten, plattenförmige Lager, die den Sedimentgneisen gleichsinnig eingelagert sind. Kleinere Körper haben die übliche Linsenform. Nicht selten zeigt sich ein Ausfingern, das bis zu einer Wechsellagerung von Eklogit und Glimmerschiefer führt, wahrscheinlich die alte Intrusionsform (dagegen konnte ein Quergreifen der Eklogite durch andere Gesteine niemals beobachtet werden). Am besten ist dies im Raume von St. Vinzenz in Kärnten zu studieren (siehe Fig. 1). Hier bildet der Gradischkogel, östlich von St. Vinzenz, einen großen Lakkolithen, der deutlich Apophysen auf weite Strecken hin zwischen die Schichtblätter der Nachbargesteine entsendet. Das Kartenbild zeigt übrigens am Südostrand dieser Eklogitmasse eine auffallend ganzrandige Begrenzung; man vermißt auf dieser Seite die Apophysen. Leider ist gerade dieses Gebiet vollkommen aufschlußlos, so daß es unmöglich zu entscheiden ist, ob hier nicht vielleicht eine Störung den Eklogit begrenzt.

Dieselbe Beobachtung ist auch recht gut im Raume von St. Oswald ob Eibiswald zu machen, nördlich der Straße, die von St. Oswald auf das Mautnereck führt. Wenn hier auch große Flächenstücke durch einen jungtertiären Wildbachschutt bedeckt sind, so ist doch deutlich zu sehen, wie die Eklogitlinse vom Gehöft Mautner gegen N zwischen die Glimmerschiefer aufblättert. Ein guter Aufschluß liegt bei P. 726, genau 1 *km* westlich der Pfarrkirche St. Oswald (s. Fig. 2). Hier besteht eine Wechsellagerung von Eklogit und Injektionsglimmerschiefern, und zwar sind die Eklogitbänder 10 bis 15 *cm* stark, die zwischenlagernden Glimmerschiefer 20 bis 60 *cm*. Nun zeigt sich etwas sehr Auffallendes: der Eklogit ist an

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Klüften in einzelne Stücke zerrissen, die offene Hohlräume zwischen sich frei lassen. Der Glimmerschiefer dagegen ist äußerlich ungestört, kaum daß die breiten Hohlräume des Eklogits sich einige Zentimeter weit in ihn hinein fortsetzen. Zwischen Eklogit und Glimmerschiefer haben sich Ablösungsflächen gebildet, teilweise Hohlräume, die durch Quarz verheilt sind. Das ganze Gesteinspaket war also einer zerrenden Beanspruchung ausgesetzt. Der Glimmerschiefer kam ihr durch Teilbewegung nach, der spröde Eklogit dagegen mit seinem Mangel an schieferholden Mineralen mußte zerreißen. Der Betrag dieser Zerreißung beträgt nach meinen Messungen in diesem Aufschluß zirka 12%. Es ist ein hübsches Beispiel für die von Sander (Jahrbuch d. Geol. Bundesanstalt, **74**, 1923, p. 212) besprochene Streckung an Gesteinsgrenzen.

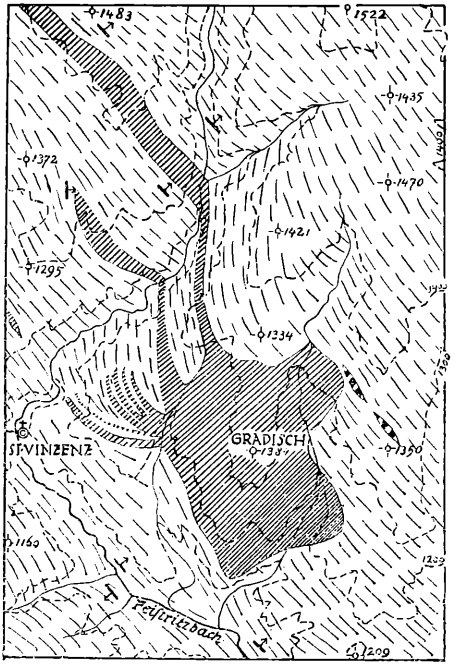


Fig. 1. Kärtchen der Umgebung von St. Vinzenz in Kärnten. Maßstab 1 50.000. Höhenlinien von 100 : 100 *m*. Der Eklogitlakkolith des Gradischkogels sendet seine Ausläufer in das Nebengestein, injizierte Glimmerschiefer. Ob auch gegen Südost solche Ausläufer liegen, konnte bei der Aufschlußlosigkeit nicht festgestellt werden. Rechts (östlich) vom Gradisch zwei kleine Marmorlinsen. Südlich vom Gipfel des Gradisch liegen die Quarzbrüche, die auf der Karte nicht ausgeschieden werden konnten.

Die Hohlräume im Eklogit sind mit Gangmineralen, meist Chloritrosetten, bewachsen. Ein orientierter Dünnschliff von diesem Eklogit (S 133) zeigte eine völlige Amphibolitisierung, da der Omphacit, aber auch die aus ihm hervorgegangenen Symplektite verschwunden sind. Die alte Injektionstextur wird von einem kataklastischen Gefüge überlagert, die Hornblenden sind in längliche Scheiter zerfallen, wodurch eine mäßige Schieferung entsteht. An einigen Stellen sind sie auch ganz zerbröselt, mit Neubildung von Chlorit. Quarz und Feldspat stark undulös.

Das heißt also: Bei der Beanspruchung (die weniger eine echte Zerrung als eine Walzung gewesen sein mag) hat der Eklogit versucht, derselben durch Erwerb einer Schieferung zu entsprechen. Erst als dies bei dem Mangel an schieferholden Mineralen eine baldige Grenze fand, ist er in größere Stücke zerrissen.

Die Eklogitplattten haben nicht nur selbst den jüngeren Durchbewegungen großen Widerstand entgegengesetzt, sondern auch ihre unmittelbare Umgebung bis zu einem gewissen Grade in Schutz genommen. Sie grenzen ausnahmslos an die »struppigen Injektionsglimmerschiefer«, das sind Gesteine mit kreuz und quer stehenden Glimmern ohne Schieferung, deren Gefüge ich auf Injektionsmetamorphose zurückführe. In der Nachbarschaft der Eklogite sind diese Glimmerschiefer ganz unversehrt, weiter weg von ihnen sind sie meist durch jüngere Bewegungen beansprucht und verschiefert worden.

Manche der Eklogitplatten (im Kartenbild »Bänder«) erstrecken sich gleichmäßig auf eine so große Ausdehnung hin, daß es schwer

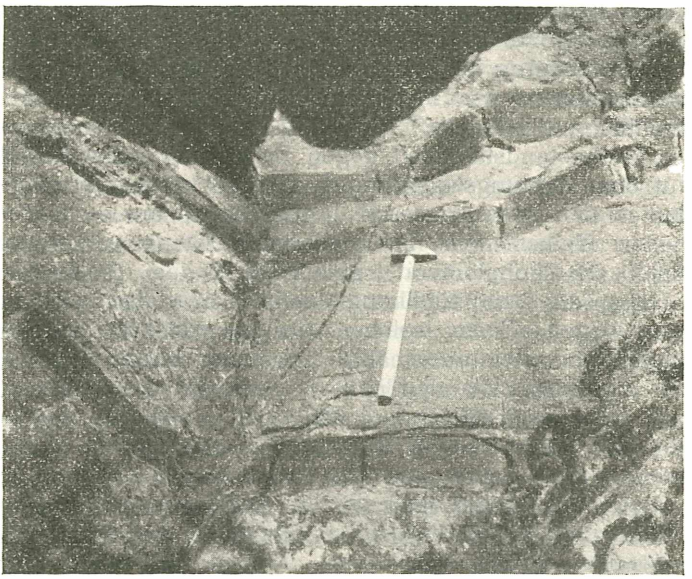


Fig. 2. Aufschluß an P. 726 bei St. Oswald ob Eibiswald. Wechsellagerung von Eklogit (dunkle Bänder) und Glimmerschiefer. Der erstere ist in Stücke zerrissen, welche zwischen sich Hohlräume frei lassen.

fällt, an eine Intrusion zu glauben. Vielleicht hat das Ausgangsmaterial als Deckenerguß oder als Tuff vorgelegen, in einer geologischen Form, die den paläozoischen Diabasen ähnlich ist.

In Gebieten stärkerer jüngerer Durchbewegung, also in der südlichen Koralpe, sind die Bänder in einzelne Linsen zerrissen. Dabei entwickelt sich ein konzentrischer Bau, derart, daß die äußeren Teile zu Zoisitamphiboliten verschiefert werden, während sich innen noch körnige Eklogitamphibolite erhalten können.

Die Form des geologischen Auftretens ist mit der Annahme einer Orthonatur der Koralpeneklogite durchaus vereinbar, obwohl es im einzelnen unklar bleibt, ob es sich um einen Deckenerguß,

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

um Tuffe handelt. Diese Auffassung wird unterstützt durch das Auftreten von Schlieren, die nur aus dem einen oder dem andern Gemengteil, z. B. nur aus Granat bestehen, eine Erscheinung, die wohl einfach ein Rest der alten Erstarrungsstruktur ist (besonders schön in den Blöcken am Aibler Kogel bei Eibiswald). Der sicherste Beweis für die Orthonatur ist das Auftreten gabbroider Kerne (»Diallageklogit«).

Die im Vergleich zu den Nachbargesteinen sehr hohe Widerstandsfähigkeit der Eklogite gegen Verwitterung führt selbstverständlich zu sehr auffallenden Landschaftsformen. Auf sanften Hängen entstehen Blockfelder, die oft einen Bergsturz vortäuschen. Bei genauerem Zusehen zeigt sich aber, daß ein Teil der rundlichen Blöcke noch anstehend ist. Auf steileren Hängen kommt es zur Bildung von Felsmauern, Türmen usw. Als bezeichnende Beispiele nenne ich die »Forstmauer« auf der Schwaig (bei Krumbach) oder den großen Felsturm bei Holl, Gemeinde Wielfresen. Eigentliche Steinofen entstehen, wie in Koralpe III näher besprochen wurde, aus Eklogiten nur selten.

Die Widerstandsfähigkeit gegen Zerstörung jeder Art, die vor allem auf dem richtungslos körnigen Gefüge beruht, ermöglicht es auch, daß in den Abtragsmassen große Blöcke auf weite Strecken hin erhalten bleiben. Wir finden Riesenblöcke im (untermiocänen) sogenannten »Radlkonglomerat«, aber auch in den »Blockschichten«, die im Gegensatz zum Radlkonglomerat über den »Eibiswalder Schichten« liegen. Einen solchen riesigen Eklogitblock aus dem Radlgebirge, der steinbruchmäßig abgebaut wurde, hat Hilber seinerzeit abgebildet (Wanderblöcke in Mittelsteiermark, Mitteilungen d. Naturw. Vereines f. Steiermark, **49**, 1912, p. 89). Er liegt südlich von Eibiswald beim Gehöft Wasserleiter und gehört zum Radlkonglomerat. Als Beispiel aus den Blockschichten nenne ich den spitzen Gipfel des Aiblerkogels (P. 547, 2900 *m* westlich der Pfarrkirche Eibiswald); dieser besteht ausschließlich aus Eklogitblöcken, die Anstehendes vortäuschen.

Am Westhang der Koralpe, gegen das Lavanttal, liegen langgestreckte Eklogitbänder in inniger Nachbarschaft mit Marmorbändern »Brettsteinzüge«). Ich glaube nicht, daß diese Nachbarschaft einen Schluß auf paragene Natur der Eklogite zuläßt. Es handelt sich teilweise nur um eine tektonische Vermischung. Im allgemeinen liegt in der »Brettsteingruppe«, von der gleich mehr die Rede sein wird, der Marmor unten und die Amphibolitgruppe oben, beide durch eine größere Schichte Glimmerschiefers getrennt ist, eine Regelmäßigkeit, die sich bis in die Niederen Tauern verfolgen läßt.

Die stratigraphische Stellung der Eklogite.

Vorgreifend einer zusammenfassenden Darstellung in Koralpe IX soll hier die Stellung der Eklogite zu den übrigen Gesteinen besprochen werden.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es ist seit langem bekannt, daß die aus der Saualpe in die westliche Koralpe langhinstreichenden Bänder von Amphibolit und Marmor, eingebettet in Glimmerschiefer, die Fortsetzung der sogenannten »Brettsteinzüge« in den Niedern Tauern sind.

Meine Aufnahmen haben nun ergeben, daß die Eklogite usw. der mittleren und östlichen Koralpe derselben Schichtgruppe angehören. Diese »Brettsteingruppe«, welche in ihrem unteren Teile die Marmore, im oberen die Eklogite eingelagert hat, ist von der Teigitschserie« (Angel-Heritsch) abzutrennen, so daß letztere nur mehr aus der »Koralpengruppe« (Plattengneise, Hirscheggergneise usw.) besteht. Wie Schwinner betont hat, entspricht die »Almhausserie« der Stubalpe den Brettsteinzügen. Daher ist sie auch das stratigraphische Äquivalent der »Glimmerschiefergruppe« der Koralpe. Sie unterscheidet sich von jener nur durch eine etwas abweichende petrographische Fazies, nämlich einen geringeren Grad der Metamorphose. Durch die Studien von Angel-Heritsch ist es wahrscheinlich geworden, daß hier eine rückschreitende Metamorphose vorliegt. Die petrographischen Unterschiede sind übrigens sehr unbedeutend.

Die eklogitischen Gesteine der Koralpe treten also nur innerhalb der Glimmerschiefergruppe auf. Sie sind immer in die struppigen Injektionsglimmerschiefer eingebettet, mit Ausnahme der Umgebung von Schwanberg, wo sie als Einlagen in violetten, stark injizierten Schiefergneisen auftreten. Der bedeutende Unterschied von typischen Plattengneisen, ihr Übergang in Glimmerschiefer und die allgemeinen tektonischen Verhältnisse veranlassen mich, diese Schwanberger Gneise ebenfalls zur Glimmerschiefergruppe zu rechnen.

Die petrographische Beschaffenheit der Eklogite zeigt deutliche Abhängigkeit von ihrer jeweiligen tektonischen Stellung. An größeren Körpern, z. B. der Masse des Gradischkogels bei St. Vinzenz, kann man deutlich beobachten, wie die körnigen Eklogitamphibolite gegen den Rand zu immer weniger Omphazit und immer mehr Zoisit führen und endlich in deutlich geschieferte Zoisitamphibolite übergehen, so daß es zweifellos ist, daß diese »Randfazies« auf spätere Verschieferung zurückgeht. So kann es auch nicht wundernehmen, daß in stärker tektonisch beanspruchten Teilen, z. B. in den langen Amphibolitbändern der westlichen Koralpe, die Gesteine als Granatamphibolite ausgebildet sind, die nur in einzelnen inneren Teilen noch Reste von Eklogitamphiboliten (d. h. mit Omphazit) führen.

Dieser schrittweise Übergang veranlaßt mich, die ganzen Gesteine als Einheit zu betrachten. Ich glaube, daß keine wesentlichen primären Unterschiede zwischen den einzelnen »Arten« vorhanden waren, mit alleiniger Ausnahme der »Diallageklogite«, die einen anderen Pyroxen und eine andere Hornblende führen, obwohl ihr chemischer Unterschied von den gewöhnlichen Eklogitamphiboliten nicht sehr groß ist. Würde man nur die einzelnen Handstücke betrachten, ohne Kenntnis der Zusammenhänge in der Natur draußen, so wäre es sehr leicht, eine größere Zahl von

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

verschiedenen Gesteinsarten zu unterscheiden. Selbstverständlich bestehen auch alle Übergänge zu den Amphibolitdiaphthoriten.

Ich habe schon vorhin erwähnt, daß die »Almhausserie« der Stubalpe durch rückschreitende Metamorphose aus der »Glimmerschiefergruppe« in koralpiner Ausbildung hervorgegangen ist. Findet man in der Koralpe gelegentlich solche »Stubalpengesteine«, so bestehen für ihre Deutung zwei Möglichkeiten. Entweder handelt es sich um tektonische Einschaltung von wirklichen Stubalpengesteinen oder aber, es ist eine selbständige Durchbewegungszone innerhalb der Koralpe, die eben die gleiche rückschreitende Metamorphose erlitten hat.

Ich glaube, daß in den Koralpengesteinen in größerem Maße nur der erste Fall vorkommt. Im Raume westlich von Wolfsberg findet sich ein größeres Gebiet mit Gesteinen einer Metamorphose, die »niedriger« ist als die der übrigen Koralpengesteine. Ich habe sie in Koralpe V als »Wolfsberger Zone« bezeichnet. Gewisse Glimmerschiefer sind von solchen der Stubalpe (Salzstiegel) nicht zu unterscheiden. Es lassen sich aber alle Übergänge zu richtigen Koralpenglimmerschiefern beobachten, so daß zweifellos eine eigene Durchbewegungszone vorliegt (die auch durch ihre O—W-Richtung von den anderen Gesteinen abweicht), nicht etwa ein fensterartiges Auftauchen von Stubalpengesteinen unter der Koralpe.

Abweichungen von den Arbeiten F. Angel's.

In meiner Arbeit wird man gewisse chemische Berechnungen und daran geknüpfte Schlußfolgerungen vermissen. Es wird weder von der Phasenregel noch von atlantisch und pazifisch die Rede sein. Auch werde ich die Mannigfaltigkeit der Gesteine in nur sehr wenige Gruppen unterteilen.

Dies bedarf der Rechtfertigung, um so mehr, als ich mich dadurch zu einigen neueren Arbeiten über benachbarte Gebiete in Gegensatz bringe, insbesondere zu Angel's »Gesteinen der Steiermark« und einigen kleineren Arbeiten desselben Verfassers und seiner Schüler.

Es ist zunächst die vielleicht grundsätzlich andere Einstellung des Petrographen und des Geologen. Der erstere wird bei seinen sorgfältigen analytischen Untersuchungen bestrebt sein, die oft sehr geringen Unterschiede zwischen den verschiedenen Gesteinsausbildungen möglichst herauszuarbeiten, der andere hingegen versuchen, gerade die Verschiedenheiten zu einem einheitlichen Gesamtbild zusammenzuschließen, zu größeren Einheiten zu gruppieren. Beide Arbeitsrichtungen sind natürlich vollkommen gleichberechtigt und ich möchte den unpolemischen Charakter der folgenden Ausführungen besonders betonen und sie nicht im Sinne einer abfälligen Kritik mißverstanden wissen.

Durch die geologischen Beobachtungen in dem sehr großen Aufnahmsgebiete bin ich zur Überzeugung gekommen, daß alle die sogenannten Eklogite und Amphibolite des Koralpengebietes ein und dasselbe Gestein sind. Abgesehen von den »Diallageklogiten«, die eine gewisse Sonderstellung einnehmen, ist der »körnige Eklogitamphibolit« der Haupttypus unserer Koralpengesteine. Eklogite im engeren Sinne, also ohne Hornblende, finden sich nur in unbedeutenden kleinen Schlieren. Alles andere ist eine Umarbeitung dieses Hauptgesteins, einerseits durch pegmatitische Durchtränkung, andrerseits durch verschieden starke Durchbewegung. Die »Amphibolitisierung« der Eklogite ist ja längst bekannt. Was z. B. P. Eskola über die Veränderungen der norwegischen Eklogite so anschaulich geschrieben hat **(144)**, gilt wörtlich auch für meine Koralpengesteine, nur daß die Kelyphitbildungen um Granat fehlen (mit alleiniger Ausnahme von S 88, Amphibolit von Meßnitzbach, Wernersdorf) und einiger gabbroider Teile des Diallageklogits.

© Verlag Austria - Forum - Forschung - Wissenschaft und Kultur - Geologie - Zentrum.at

Angel hat in seinem schönen Buche, der Frucht überaus eingehender Studien, eine Einteilung der verschiedenen Hornblendegesteine vorgeschlagen, die auf dem relativen Gehalt an den verschiedenen Gemengteilen aufbaut, und zwar unterscheidet er nicht weniger als 29 verschiedene Amphibolitarten. Bei dieser weitgehenden Unterteilung können die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen natürlich nicht sehr groß sein. Angel selbst betont die Künstlichkeit dieser Einteilung. Ich vermag keinen Fortschritt, keine Arbeitserleichterung darin zu sehen. Gesetzt sogar, die Unterschiede zwischen diesen Gruppen wären deutlicher und die Zuteilung eines bestimmten Gesteins etwa zu den »Hornblendegneisee« leicht durchzuführen, was ist damit gewonnen, einen »Hornblendegneis« von einem »Hornblendeplagioklasfels« zu unterscheiden? Diese Nomenklatur gibt keine Auskunft, man kann aus den Begriffen nicht mehr herauslesen, als man vorher in sie hineingelegt hat. Gerade darin aber liegt die Gefahr einer solchen Einteilung. Unwillkürlich gibt man allen diesen Namen einen genetischen Unterton. Jedermann wird einen »Hornblendegneis« für ein Paragestein halten, während das so bezeichnete Gestein in Wirklichkeit ein injizierter und dann stark verschieferter Orthoamphibolit sein kann.

Ich glaube, daß hier den Gesteinen zu wenig »Variationsbreite« zugestanden wird, daß hier die Gefahr einer ähnlichen Überspitzung der Nomenklatur besteht, wie sie sich bei den Ganggesteinen längst in unliebsamer Weise bemerkbar macht.

Allein in einem Aufschluß, z. B. dem Eklogitsteinbruch von Unterlauffenegg bei Deutschlandsberg, könnte man vielleicht fünf verschiedene Gesteine nachweisen.

Ich meine, man sollte sich vor einer gewissen Überschätzung der mathematischen Exaktheit in der petrographischen Chemie hüten, besser gesagt, vor zu speziellen Schlußfolgerungen, die man aus den exakten Ergebnissen zieht. Besonders bei so inhomogenen Gesteinen, die eine viel größere Zahl von Analysen erfordern, als man in Wirklichkeit machen kann.

Die Hornblendegesteine sind zweifellos sehr gute »Faziesgesteine« und gerade darum hat sie ja Eskola zur Grundlage seiner Einteilung gemacht. Leider aber sind sie in genetischer Hinsicht nicht so eindeutig wie etwa die sauren Gneise, bei denen die Unterschiede von orthogen und paragen, auch die feineren von atlantischer und pazifischer Sippe leichter festzustellen sind. In den Projektionen der Amphibolitgesteine übergreifen sich Eruptiv- und Sedimentfeld und über sehr gut bekannte Gesteine gehen die Meinungen, ob es ein Orthogestein oder Paragestein sei, noch auseinander. Ich erwähne als Beispiel den Amphibolit von Rosenburg im Kamptale, den Angel **(139)** als orthogen auffaßt und weitgehende Schlußfolgerungen daran knüpft, während ihn Marchet **(143)** eher für ein Paragestein halten möchte.

Wenn es also bei diesen Gesteinen auf Grund der Analysen nicht möglich ist, über orthogen und paragen zu entscheiden, so können die ungleich geringeren Unterschiede zwischen atlantischer und pazifischer Sippe bei den Amphiboliten schon gar nicht beurteilt werden.

Die Unterschiede zwischen beiden sind ja schon an frischen Tiefengesteinen so gering, daß keine Hoffnung besteht, sie nach den Stoffwanderungen, Konvergenzen und überhaupt verwischenden Tendenzen der Metamorphose, die ja Angel selbst betont, wiederzuerkennen. Das zeigt sich sehr deutlich in der Tetraederprojektion (siehe Tafel I), wo die Projektionspunkte der basischen atlantischen und pazifischen Gesteine in engster Nachbarschaft stehen.

Gegen die Deutung einzelner weststeirischer Amphibolite als Atlantiker ergeben sich aber auch schwerwiegende geologische Bedenken. Es ist, wie Schwinner betont hatte und wozu ich die Ergebnisse aus der Koralpe anfügen konnte, durchaus wahrscheinlich, daß jene Glimmerschiefergruppe, die in ihrem unteren Teile Marmor, im oberen basische Orthogesteine enthält und die an verschiedenen Stellen als Brettsteinserie, Almhausserie, Glimmerschiefergruppe der Koralpe bezeichnet wurde, eine stratigraphische Einheit bildet, die ich als »Brettsteingruppe« bezeichne und deren Unterschiede nur faziell sind. Und da sollen nun die einen von ihren Amphiboliten atlantisch, die anderen pazifisch sein?

Ich glaube auch, daß Angel die Beweiskraft einzelner Minerale überschätzt. So etwa die Unterschiede unter den Hornblenden. Das Vorkommen verschiedener Hornblenden im selben Dünnschliff neben-, ja sogar ineinander beweist, daß eine bestimmte Abart der Hornblende für ein bestimmtes Gestein nicht charakteristisch sein kann.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Quarz soll (l. c., p. 168) in normaler Ausbildung (d. h. wo keine Injektion vorliegt) keinen Hauptbestandteil pazifischer Amphibolite bilden. Dagegen verweise ich auf den Quarzreichtum der Eklogitamphibolite (z. B. am Aiblerkogel bei Eibiswald ganze Schlieren von glasklarem Quarz, den man nicht als injiziert auffassen kann).

Dagegen ist der »glimmerführende Granatamphibolit« vom Steinwirt (vorausgesetzt, daß Angel und ich das gleiche Vorkommen im Krumbachtal meinen) pegmatitisch injiziert, der Glimmer gehört eindeutig zu den Pegmatiten und es entfällt daher die Notwendigkeit, ihn aus Umsatzgleichungen aus dem Amphibolit zu berechnen.

Eine wesentliche Unterscheidung von α- und β-Zoisit ist nach den Studien von Becke (in Dölter's Handbuch d. Mineralchemie, II/1, p. 23 f.) wohl nicht mehr am Platze. Die verschiedene optische Orientierung geht auf sehr kleine Schwankungen im Eisengehalt zurück. Überaus häufig kommen im selben Dünnschliff beide Formen nebeneinander vor, auch die Übergangsform, also einachsige Zoisite, ist sehr gewöhnlich. Die Schwankungen im Eisengehalt sind auch durch den starken Zonenbau deutlich ausgedrückt.

Auch die Feldspate möchte ich etwas weitherziger beurteilen. Angel sagt z. B. von einem der Gesteine (l. c. p. 168): »Sicher ist das Auftreten zweier Plagioklasarten, von welchen eine zur Albitreihe gehört, eine zur Oligoklasreihe.« Man kann doch nicht wohl zwei so eng benachbarte Mischungsglieder als verschiedene Reihen bezeichnen und muß doch jedem Gestein einige Prozent Schwankungen im Anorthitgehalt zubilligen.

Sehr großen Raum nehmen in Angel's Untersuchungen die Ableitungen der Komponenten nach der Phasenregel ein. Ich glaube indes, daß die Voraussetzung zu derartigen Berechnungen, nämlich ein chemisches Gleichgewicht und die Abwesenheit von Stoffwanderungen, bei unseren polymetamorphen alpinen Amphiboliten nicht gegeben ist. Die Durchbewegungen, verbunden mit Faziesänderungen, haben die Gesteine so ungleichmäßig betroffen, daß die typomorphen Minerale verschiedener Fazien auf engem Raume widerspruchsvoll nebeneinander liegen, etwa Zoisit neben Omphazit.

Die sehr verwickelten Schicksale, welche diese altkrystallinen Gesteine betroffen haben, erzeugten also so ungleichmäßige Zustände, daß wir mit Bedauern darauf verzichten müssen, alle Feinmethoden der modernen Gesteinskunde auf sie anzuwenden.

Die Hornblenden.

Begreiflicherweise kommt bei den untersuchten Gesteinen dem Hauptmineral, der Hornblende, die größte Bedeutung zu und es galt daher zu untersuchen, ob die verschiedenen Amphibolitarten etwa durch bestimmte Hornblendearten gekennzeichnet sind, im besonderen auch, ob die von Angel beschriebene Verschiedenheit einer »pazifischen« Hornblende (mit größerer Auslöschungsschiefe) von einer »atlantischen« sich an den vorliegenden Gesteinen nachweisen läßt.

Zu diesem Zwecke wurden unabhängig von der sonstigen Bearbeitung an 78 Dünnschliffen von Amphibolitgesteinen aller Art aus der Koralpe die Hornblenden sorgfältig auf ihre optischen Eigenschaften untersucht.

Dabei ergab sich vor allem die Schwierigkeit, daß die zur Bestimmung der Auslöschungsschiefe geeigneten Schnitte parallel der Achsenebene unverhältnismäßig selten waren, viel seltener als nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu erwarten wäre.[1] Ich sehe

[1] Nach den Berechnungen von R. Grengg (*154*) sollten z. B. unter den Schnitten, die von der gesuchten Richtung $\perp \beta$ nicht mehr als um 8° abweichen,

© Verlag

die Ursache hiefür darin, daß die meisten der Hornblendegesteine eine Regelung aufweisen, in der Art, daß sich die Hauptachsen subparallel um die Streckungsrichtung scharen, die Achsenebene sich also ungefähr parallel der Schieferungsebene einstellt. Da fast alle meine Dünnschliffe senkrecht auf die Schieferung orientiert sind, konnte die Achsenebene nur selten erreicht werden.

Auch die einfache Methode der maximalen Auslöschungsschiefe war unzulänglich, weil sich gelegentlich ganz irreführende Werte ergaben, schwächer doppelbrechende Schnitte mit höherer Auslöschungsschiefe. Es stimmen nämlich die zur Beobachtung gelangenden Spaltrisse zwar meist, aber nicht immer mit dem aufrechten Prisma überein. Vielleicht liegen auch Sförungen des Pleochroismus durch die Eigenfarbe vor, die nur mit großen Schwierigkeiten hätten umgangen werden können (vgl. **153***a*).

Das Ergebnis dieser Untersuchung war folgendes:

I. Eine von den Hornblendearten ließ sich zwanglos und scharf von den übrigen abtrennen. Sie tritt nur in den Diallageklogiten auf; sie ist makroskopisch schmutzig grün und nur schwer von den Pyroxenen zu unterscheiden. Auch im Dünnschliff ist sie diesem Nachbar sehr ähnlich. Ihre Färbung unter dem Mikroskope ist sehr blaß; auch in ziemlich dicken Schliffen schwankt ihre Farbe von blaßgelb für γ' zu farblos für α'. Optisch negativ, Winkel der Achsen $2E =$ nahe 90° Die beobachteten Auslöschungsschiefen schwankten zwischen 15 und 26°, ein sicherer Schnitt // AE ergab jedoch nur $c:\gamma = 14°$ Die am gleichen Durchschnitt gemessene Doppelbrechung ergab für eine angenommene mittlere Lichtbrechung von $n = 1{\cdot}64$ eine Doppelbrechung von $\gamma - \alpha = 0{\cdot}0244$ (Tageslichtfilter). Nach diesem Befund ist sie also als gemeine Hornblende zu bezeichnen.

II. Alle Eklogitamphibolite und ihre Abkömmlinge (Granat, Zoisit, Amphibolite usw.) haben gemeinsam eine makroskopisch schwarze Hornblende, die von altersher als Karinthin bezeichnet wird, obwohl ihre mikroskopisch optischen Eigenschaften von der gemeinen Hornblende nicht abweichen. Bei zunehmender Diaphthorese geht sie in eine makroskopisch grüne, uralitische Hornblende über (bei weiterer Zerstörung in Chlorit).

In den untersuchten Gesteinen ließen sich zwei Abarten beobachten, eine, deren stärkere Absorptionsfarbe ein braungrün ist, eine andere, deren entsprechende Farbe mehr oder minder blaustichig ist, wodurch ein »giftgrün« entsteht. Beide sind durch Übergänge verbunden.

Der Vergleich zwischen beiden wurde durch das Zusammenvorkommen nicht nur im selben Schliff, sondern auch im selben

---

sich einer unter 103 finden. Tatsächlich habe ich Schnittte senkrecht auf eine Achse (also mit der doppelten Häufigkeit als $\perp \beta$) fast in jedem Schliff gefunden, während sich brauchbare Schnitte $\perp \beta$ unter den vielen 100 Schnitten der 78 Schliffe nur sieben fanden!

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Krystalldurchschnitt erleichtert. Vielfach weisen die Hornblenden unregelmäßige lichtere und dunklere Flecken auf. Sie gruppieren sich niemals zu einer Zonenstruktur, doch fand sich eine eigentümliche Parallellverwachsung, die am schönsten an einem Schliff (S 307) aus den Amphibolitdiaphthoriten im Drautal, westlich Mohrenhof, beobachtet wurde (siehe Fig. 3).

Große Körner einer uralitischen Hornblende zeigen bei / Nicols einen Pleochroismus von γ' gelbgrün, α' sehr lichtgelb, fast

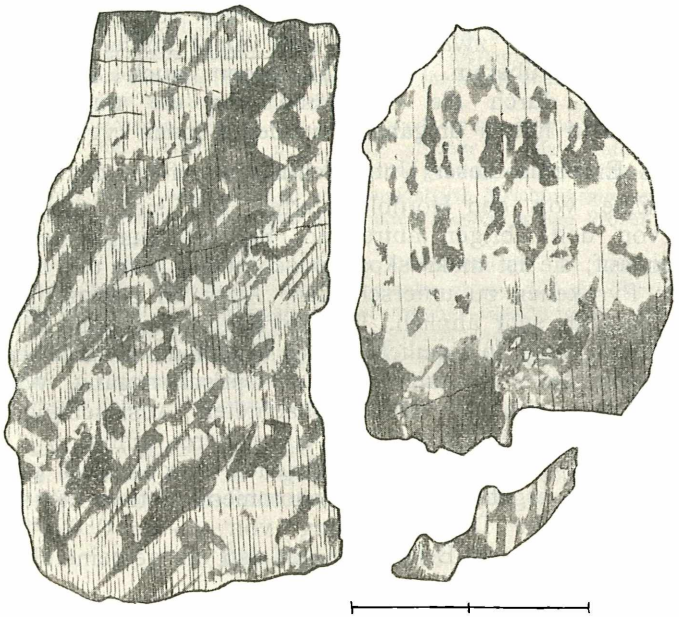


Fig. 3. Verwachsung von farbloser und grüner Hornblende. Aus dem Amphibolitdiaphthorit von Mohrenhof, Drautal, S 307. Maßstab in Millimetern.

farblos. Ihnen sind nun gesetzmäßig, selbst aber unregelmäßig begrenzt, Flecken eingelagert, die bei allgemein dunkleren Farben einen Pleochroismus von γ' giftgrün, α' gelbgrün aufweisen. Diese Flecken sind in ihrer Längsrichtung parallel der c-Achse gelagert und gruppieren sich zu Streifen, die das Mineral schief durchsetzen.

Beide Arten zeigen nun die gleiche optische Orientierung in Achsenbild und Auslöschungsschiefe. Dagegen haben die lichteren niedrigere Lichtbrechung, höhere Doppelbrechung, die dunkleren höhere Lichtbrechung, niedrigere Doppelbrechung.

Dieses gegensätzliche Verhalten erscheint zunächst als Widerspruch. Ordnet man Hornblenden nach steigendem n_3 (etwa in Rosenbusch-Wülfing. Physiographie, I,2, p. 521), so erhält man auch steigende Werte für $\gamma - \alpha$. Dieses gleichlaufende Ansteigen gilt indeß nur für Schnitte parallel der Achsenebene. Berechnet

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

man die entsprechenden Gangunterschiede für schiefe Schnitte, so erhält man für $\gamma-\beta$ ein stetiges Abnehmen, für $\beta-\alpha$ zuerst Zu-, dann Abnehmen bei steigendem n_β. Es ist anzunehmen, daß auch in unserem Falle die dunklere Hornblende in Schnitten // AE. höher doppelbrechend sei, doch waren solche Schnitte leider nicht aufzufinden.

Eine unmittelbare Messung an verschiedenen Schliffen ergab leider keine Gewißheit. Die sehr geringen Unterschiede sind hier wohl kleiner als die Fehlergrenzen (Lage der Schnitte nicht genau // 010, willkürliche Annahme der Lichtbrechung usw.). So ergaben sich z. B. Werte

für braunstichig (S 39)	$\gamma-\alpha = 0\cdot0236$
für blaustichig (S 305)	$\gamma-\alpha = 0\cdot0213$

bei der Annahme von $n_\beta = 1\cdot64$. St. Kreutz (**153a**, p. 73 des S. A.) fand für Karinthin von der Saualpe $\gamma-\alpha = 0\cdot0225$ und $c:\gamma = 17°\ 39'$, womit meine provisorischen Werte einigermaßen übereinstimmen.

Was bedeutet nun die dunklere Farbe in Verbindung mit der höheren Lichtbrechung? Es wurde oft die Beobachtung gemacht und sie konnte auch an meinen Schliffen bestätigt werden, daß gelegentlich die Hornblende an der Grenze gegen den Granat eine giftgrüne Färbung annimmt. Zweifellos liegt eine Wanderung von Eisen aus dem Granat in die Hornblende vor. Das Ansteigen der Lichtbrechung läßt sich nach den bekannten Untersuchungen von W. E. Ford (*153*) ebenfalls mit Zunahme des Eisengehaltes genetisch verknüpfen.

Die blaustichigen Hornblenden sind also eisenreicher als die braunen, sie haben höhere Lichtbrechung, wahrscheinlich auch höhere Doppelbrechung, sonst aber gleiche optische Orientierung wie die braunen.

Die Auslöschungsschiefen in beiden Hornblenden ergaben schwankende Werte zwischen 16 und 25°. Annähernd $\perp\beta$ orientierte Schnitte ergaben bei beiden nur $c:\gamma' = 18-20°$ Jedenfalls ist eine Unterscheidung beider Abarten nach der Auslöschungsschiefe nicht möglich.

Wie verteilen sich nun diese beiden Abarten auf die verschiedenen Hornblendegesteine?

Die körnigen Eklogitamphibolite (Typus Mautnereck), die nach dem übrigen petrographischen und dem geologischen Befund am besten die alte Metamorphose erhalten haben, besitzen ausnahmslos braunstichige Hornblenden.

Alle übrigen Amphibolite, die meiner Auffassung nach aus den vorigen durch rückschreitende Metamorphose hervorgegangen sind, haben die blaustichigen Hornblenden und nur gelegentlich Reste der braunstichigen.

Betrachtet man Schliffreihen, nach rückschreitender Metamorphose geordnet, so ist unter anderem die Abnahme des Granats ein wichtiges Kennzeichen. In den uralitischen Diaphthoriten ist er meist ganz verschwunden, ist zu anderen Mineralen (Biotit, Chlorit) umgebaut worden. Wie wir gesehen haben, geht ein Teil seines Eisengehaltes in die Hornblende über. So kann ganz allgemein für

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

das untersuchte Gebiet die Gesetzmäßigkeit ausgesprochen werden, daß mit zunehmender Durchbewegung die primären braunstichigen Hornblenden unter Aufnahme von etwas Eisen, das aus dem Granat stammt, in blaustichige verändert werden.

Die chemischen und optischen Unterschiede sind aber so gering, daß beide noch immer als gemeine Hornblende, wenn man will als Karinthin bezeichnet werden können.

Ein optischer Unterschied unter dem Mikroskope zwischen den makroskopisch schwarzen und den grünen Hornblenden (letztere in den Diaphthoriten) konnte nicht beobachtet werden.

Einzelbeschreibung.

1. Körnige Eklogitamphibolite.

(Vertreten durch S 8, 39, 58, 59, 129, 131, 310.)

Als Typus dieses Gesteines nenne ich das Vorkommen vom Mautnereck bei St. Oswald (»Polanzbruch«), von dem ich auch eine Analyse bringe. Ich halte es für das Ausgangsgestein aller übrigen Amphibolitarten der Koralpe. Es sind schwere ($s = 3 \cdot 354$), massige Gesteine, die im Handstück kaum manchmal andeutungsweise eine Schieferung erkennen lassen. Auf angeschliffenen und polierten Flächen sieht man allerdings, daß sich die Hornblenden zu annähernd gleichlaufenden Zügen zusammenschließen. Von der optischen Regelung war schon vorhin die Rede. Die vorherrschende Farbe ist ein dunkles Schwarzgrün, das je nach der Menge des Granats ins Rötliche hinüberspielt. Mit freiem Auge lassen sich folgende Gemengteile unterscheiden:

Granat: blutrot bis gelblich fleischrot, in rundlichen Körnern.

Hornblende: große (bis durchschnittlich 5 *mm*) schwarze Körner mit scharf einspiegelnden Spaltflächen.

Pyroxen (Omphazit): lauchgrüne, meist trübe Körner mit undeutlichen Spaltflächen und unscharfer Abgrenzung gegen die Hornblenden.

Zoisit: schmutzig weiße bis gelbliche Säulchen, meist zirka 1 *mm* breit und bis zu 10 *mm* lang, gelegentlich aber auch breitere und kürzere Krystalle, mit gut entwickelten Prismenflächen und deutlicher Querabsonderung. Sie liegen teils regellos im Gestein, teils sind sie an einzelnen Flächen angereichert, wobei sie dann meist in einer annähernd gleichlaufenden Schar liegen.

Quarz: glasartig durchsichtige Körner (zum Unterschied von den Injektionsquarzen, die immer als Milchquarz entwickelt sind).

Pyrit in seltenen dünnen Anflügen.

In einzelnen Teilen der Eklogitgesteine (besonders schön in den Blöcken am Aibler Kogel bei Eibiswald) tritt eine schlierige Anordnung der Gesteinsgemengteile auf. Es finden sich Lagen, die ausschließlich aus einem der Gemengteile bestehen, z. B. 2 *cm* dicke, reine Granatlagen, reine Quarzlagen usw. Dabei ist die Anordnung

© Verlag Austria

dieser Lagen symmetrisch, so daß Ähnlichkeit mit einer Gangfüllung entsteht.

Die Körner sind, abgesehen von den Pyroxenen, scharf abgesondert, wodurch eben das richtungslos körnige Aussehen entsteht. Man hat geradezu Bedenken, das Gestein als krystallinen »Schiefer« zu bezeichnen. Nur bei den Zoisiten ist die Regelung merkbar und diese Flächen mit subparallelen Zoisiten sind wohl als jüngere Scherflächen aufzufassen. Erst in den Randzonen gegen das Nebengestein entwickelt sich eine deutliche Schieferung, die dann die Zoisitamphibolite usw. erzeugt. Ich werde sie der Übersichtlichkeit halber getrennt besprechen, obwohl der Zusammenhang nochmals betont sei.

Unter dem Mikroskop sieht man folgendes:

1. Pyroxen (Omphazit). Er ist in dünnen Schliffen farblos, in dickeren (ab 30 μ) nimmt er eine sehr blasse, flaschengrüne Färbung an. Ein Pleochroismus ist nicht erkennbar. Die Körner haben stets eine ganz unregelmäßige Form; mit wenigen Ausnahmen grenzen sie nicht unmittelbar an ihre Nachbarn, sondern sind von ihnen durch »symplektitische« Randzonen getrennt.

Der Achsenwinkel ist, wie sich aus der geringen Krümmung schließen läßt, groß. Optisch positiv, Dispersion $\rho > v$. Die Auslöschungsschiefe wurde zwischen 40 und 45° gemessen. Leider sind die dazu geeigneten Schnitte ebenso selten, wie dies von den Hornblenden schon berichtet wurde.

Umbildung des Pyroxens (»Symplektit«). Aus allen Eklogitgebieten sind Neubildungen bekannt, die auf Kosten des Pyroxens entstehen. Vielfach werden auch Kelyphite, also Umwandlungsprodukte des Granats, beschrieben, ferner verschiedene Reaktionsbildungen an der Grenze von Mineralen (Sederholm's »synantetic minerals«). Diese Dinge sind aus der Literatur (Becke, Eskola, Franchi, Hezner, Lacroix, Sederholm u. a.) so bekannt, daß der Hinweis genügt.

Es wurde bei der Hornblende besprochen, daß sie vielfach primär ist. Bei den Omphaziten sind die »symplektitischen« Randbildungen überaus verbreitet, jene bekannten Gewebe aus Feldspat und einem grünen Mineral (Hornblende oder Pyroxen). Nur in sehr wenigen Schliffen konnte ich unversehrten Omphazit beobachten. Wenn ich auch der Meinung bin, daß es die Eklogite sensu stricto überhaupt kaum irgendwo in größeren Mengen gibt, daß aber mindestens die betreffenden Gesteine aus unserem alpinen Krystallin von allem Anfang an Eklogitamphibolite waren, so beweisen diese Umbildungen doch, daß diese ursprünglichen Eklogitamphibolite einer tieferen »Fazies« angehört haben, daß sie sehr bald nicht mehr im Gleichgewicht mit ihren geänderten Zuständen waren und daß die auf große Strecken hin nur randliche Zerstörung der Omphazite lediglich darauf zurückzuführen ist, daß diese Stellen von späterer

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tektonik verschont geblieben sind, während an den Rändern der größeren Eklogitkörper die Verschieferung die zur rückschreitenden Metamorphose notwendige »Mobilisation« erzeugte.

Zunächst sei festgestellt, daß es sich (ich spreche nur von Koralpengesteinen und möchte keineswegs verallgemeinern!) bei diesen Neubildungen nicht um Reaktionen zwischen zwei benachbarten Mineralen handelt, nicht um »synantetische« Minerale, wie es Sederholm genannt hat. Die Pyroxene bilden, jedes Korn für sich, ein abgeschlossenes chemisches System, innerhalb dessen die Umgruppierungen stattfinden. Die Neubildungen sind keineswegs etwa an die Grenze Pyroxen Hornblende gebunden. Auch wo der Omphazit zwischen Granatkörnern auftritt, hat er dieselben Umbildungen im gleichen Ausmaß erlitten. Natürlich gehen diese Veränderungen immer von den Kornrändern aus, da ja die Intergranularen für alle Stoffverschiebungen der Weg geringsten Widerstandes sind, vielleicht auch durch den Einfluß von Oberflächenenergien. Es muß dann oft der Fall eintreten, daß diese Neubildungen (die übrigens, wie ich unten zeigen werde, meist gar nicht aus Hornblende bestehen) an primäre Hornblende grenzen. Je dünner der Schliff, desto schärfer die Grenze, d. h., die vielfach festgestellte unregelmäßige Grenze ist vermutlich nur eine Überdeckung bei dickeren Schliffen. Die primären Hornblenden stehen also in keinem Zusammenhang mit den Neubildungen, ihre Grenzen sind eben dort, wo die ursprüngliche Korngrenze Pyroxen Hornblende war. Oft sogar, in leicht injizierten Gesteinen, schalten sich dünne Feldspatfäden dazwischen ein. In einigen Fällen ist allerdings zweifellos auch die Hornblende angefressen, was ja bei der nahen chemischen Verwandtschaft, bei der leichten Verwandlungsmöglichkeit des einen Minerals in das andere, nicht wundernehmen kann.

Es ist nicht leicht, diese Dinge anschaulich zu beschreiben. Fig. 4 soll eine bildliche Vorstellung davon geben. Es handelt sich um ein Gewebe von Schläuchen, die bis zu einem gewissen Grade eine gleiche Richtung haben, nämlich im allgemeinen senkrecht auf die Grenze gegen den frischen Pyroxen stehen. Diese Grenze will ich die Umbildungsfront nennen. Wir sehen also den ursprünglichen Umriß des Pyroxenkorns, mit einer Randzone von feinen Fasern oder Schläuchen, die bis zu dieser Front reichen. Diese ist annähernd gleichlaufend den äußeren Umrissen des Pyroxenkorns. Sie ist in den meisten Fällen außerordentlich scharf. Die Schläuche haben in ihren äußeren Enden einen größeren Durchmesser (durchschnittlich 10 bis 15 μ), gegen innen werden sie immer feiner. Dadurch tritt natürlich gegen innen eine vielfache Überdeckung ein, sie vereinigen sich zu einem trüben Gewebe, das gegen die Umbildungsfront zu in dickeren Schliffen ganz undurchsichtig wird. Diese tritt dann ganz besonders scharf hervor. Warum sind nun die Schläuche außen dicker als innen? Es ist zu vermuten, daß auch die äußeren Enden der Schläuche einst ebenso so dünn waren wie die inneren, daß sie sich durch Umkrystallisation zu

größeren Einheiten zusammengeschlossen haben. An einzelnen Stellen kommt es sogar zum Aufgeben der Schlauch- und Tropfenform, es bilden sich neue Krystalle mit Spaltrissen.

Aus welchen Mineralen bestehen nun diese Neubildungen?

Das farblose Mineral ist, wie aus vielen älteren Berichten hervorgeht und wie auch ich bestätigen konnte, ein saurer Plagioklas. Darum hat ja Franchi (*151*) diese Erscheinung als »Feldspaturalitisierung« bezeichnet, von welchem Ausdruck wenigstens

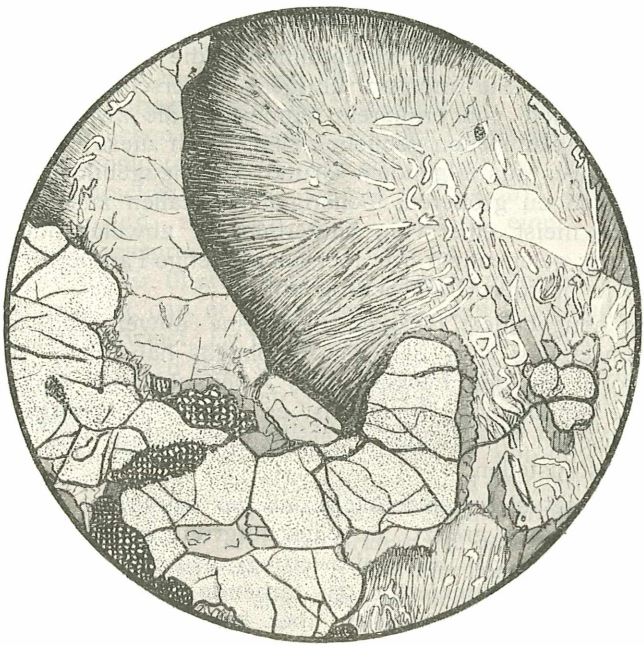


Fig. 4. Dünnschliffbild (S 129) aus dem Eklogitamphibolit vom Polanzbruch, Mautnereck (analysiertes Gestein). Man sieht links oben ein Omphazitkorn, rechts daneben seine Zersetzungsbildungen (Diopsid plus Feldspat). Während in der Mittellinie des Bildes noch kleine Fasern vorherrschen, haben sie sich rechts zu einem großen Diopsidporphyroblasten zusammengeschlossen, der tropfenförmige Einschlüsse von Plagioklas umschließt. Wo der Diopsid an Granat grenzt, hat er sich in eine dunkelgrüne Hornblende verwandelt. Quarz, Rutil. Der Kreis entspricht einem wirklichen Durchmesser von 1·8 *mm*.

die erste Hälfte zutreffend ist. Übrigens ist diese Umwandlung schon 1882 von Becke (*149*), später von Lehmann und Lacroix beschrieben worden.

Woraus besteht nun das grüne Mineral? Hier widersprechen einander die älteren Angaben sehr. Lacroix (*150*), um nur einige Beispiele zu nennen, stellt von diesen Neubildungen aus südfranzösischen Eklogiten fest, daß sie sowohl aus Hornblende als auch aus Pyroxen bestehen, ferner, daß die Pyroxenteilchen durch Uralitisierung in Hornblende übergehen können. Ihm ist Y. Brière

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

in ihrer Monographie der französischen Eklogite (*147*) gefolgt. L. Hezner (*146*) bestimmt die analoge Bildung in den Ötztaler Eklogiten als grüne Hornblende, Eskola die in den norwegischen als Diopsid (*144*). Er vermutet übrigens, daß in manchen älteren Beschreibungen der Pyroxen fälschlich für Hornblende gehalten worden sei.

In den Koralpeneklogiten scheint der Pyroxen als Neubildung vorzuherrschen. Die Unterscheidung bei den winzigen Spindeln, die auch meist keine Spaltbarkeit aufweisen, ist übrigens sehr schwer. Die Teilchen, die ich für Pyroxen halte, haben dieselbe blasse Färbung wie das Hauptmineral, die gleiche Licht- und Doppelbrechung. Sie müssen übrigens unterschieden werden von kleinen Inselchen von primärem Omphazit, die zwischen den neugebildeten Fasern stehen geblieben sind. Auch diese Unterscheidung ist sehr schwer aus folgendem Grund: Die neugebildeten Pyroxene schließen sich zu größeren, löcherigen Krystallen zusammen, diese haben aber meist eine vom Muttermineral abweichende optische Orientierung; gelegentlich tritt aber auch strenge Parallelverwachsung, ähnlich wie bei der Uralitisierung auf.

Der neugebildete Pyroxen muß eine abweichende chemische Zusammensetzung von der des Omphazits haben, da ihm ja die Aufbaustoffe für den Feldspat (die Jadeitsubstanz) fehlt. Eskola hält seine für Diopsid. Leider ist es mir nicht gelungen, irgendeinen optischen Unterschied zwischen primären und sekundären Pyroxen festzustellen.

Nun zeigt sich gelegentlich, daß der sekundäre Pyroxen dort, wo er an Granat grenzt, in eine giftgrüne Hornblende übergeht (siehe Fig. 4). Es ist dies Uralitisierung, also eine zweite Umwandlung, wobei die Hornblende das färbende Eisen aus dem Granat bezieht. Dieser selbst erleidet aber keine im Schliff bemerkbare Änderung. Daß eine Uralitisierung des sekundären Pyroxens stattgefunden hat und nicht etwa eine gleichzeitige Hornblendebildung, schließe ich daraus, daß die beiden vielfach einheitliche Krystalle mit gemeinsamen Spaltrissen bilden, wobei sich die Hornblende eben nur durch die Farbe, den Pleochroismus und die schwächere Auslöschungsschiefe (17° gegen zirka 37 bis 40° beim Pyroxen) unterscheidet.

Diese Umwandlung ist in den Schliffen in allen Übergangsstadien zu verfolgen, bis zur völligen Verdrängung des Wirtsminerals. In diesem Falle steigert sich die Umkrystallisation so, daß der ganze Fleck aus einheitlichen, relativ dicken (zirka 15 μ) Schläuchen besteht.

Die Erklärung der Erscheinung ist bekannt. Eskola hat sie (144, p. 72) in die Form gefaßt, daß der jadeithaltige Omphazit unter den geänderten geologischen Bedingungen nicht mehr bestandfähig ist, sein Jadeitmolekül zum Aufbau des Feldspates hergibt, der Rest baut neuen, jadeitfreien Pyroxen (Diopsid) auf.

© Verlag ... Geologie und Petrographie der Koralpe, VII. 419

In manchen Schliffen zeigt sich nun sowohl diese, wie wir gesehen haben, mit Unrecht so genannte Feldspaturalitisierung als auch Zufuhr von pegmatitischen Feldspaten. Die ersteren sind älter. Die Injektionsstoffe fressen genau dieselben Taschen in die Neubildungen wie in die übrigen Minerale. Übrigens treten in den injizierten Gesteinen die »Symplektite« auffällig zurück, wahrscheinlich, weil unter dem Einfluß der Injektion eine Um- und Sammelkrystallisation zu großen Krystallen neuer Hornblende stattfindet. Diese neugebildeten Hornblenden sind natürlich von den primären (von denen ja ein Teil ebenfalls bei der Injektion umkrystallisiert) kaum mehr zu unterscheiden. Die »Aufwärmung« bei der Injektion zerstört überhaupt manches vom alten Gefüge.

Jene rückschreitende Metamorphose, welche die randlichen oder gänzlichen Umwandlungen der Omphazite erzeugt, ist also, zum Teil wenigstens, älter als die Injektion. Es ergibt sich daraus die Wahrscheinlichkeit, daß sie nichts mit den alpinen Beanspruchungen zu tun hat, sondern einer viel älteren mechanischen Beanspruchung zuzuordnen ist.

2. Granat. Er übertrifft die anderen Gemengteile derart an Krystallisationskraft, daß er (abgesehen von den Zoisitnadeln) allein Krystallformen aufweist. Er ist in Schliffen bis zu zirka 30 μ Dicke farblos, erst in dickeren stellt sich ein leicht rötlicher Ton ein. Er umschließt gelegentlich alle anderen Gemengteile als Einschlüsse. Meist ist er klar, oft aber führt er Einschlüsse in regelmäßiger Form, und zwar in der bekannten Weise, daß der Kern erfüllt ist von ihnen, während eine Randzone frei bleibt. Diese Einschlüsse sind winzige Schüppchen von einigen μ Größe und gehören einem Mineral an, das schwächer lichtbrechend als der Granat ist und eine schwache Doppelbrechung aufweist. Wo sie Nadelform besitzen, haben sie γ' in der Längsrichtung und eine geringe schiefe Auslöschung. Es wird wohl Klinozoisit sein.

In Myloniten umgibt sich der Granat mit einem Chloritsaum. Bei der Injektion verschwindet der Granat, ohne daß Auskunft gegeben werden könnte, wo seine Baustoffe eigentlich hinkommen. Vielleicht stecken sie zum Teil in neugebildeten Hornblenden. Er gibt gelegentlich etwas Eisen an die Hornblenden ab, wovon schon die Rede war.

Leider war es mir nicht möglich, eine Analyse aus eigenem Material zu machen. Die neue Analyse aus dem Granatamphibolit »am Sprung« (Gipfelgebiet) von Machatschki-Gärtner (*138*, p. 316) zeigt in guter Übereinstimmung mit den Tiroler Eklogitgranaten das unbedingte Überwiegen des Almandins über die anderen Silikate. (Im allgemeinen haben Eklogitgranate die Zusammensetzung: 2 bis 3 Almandin, 1 Grossular, 1 Pyrop. Vgl. Heritsch, *132*.) (Siehe Tab. I.)

Dieses Vorherrschen des Almandins mag der Grund dafür sein, daß im Koralpengebiete mit einer einzigen Ausnahme Kelyphitbildungen fehlen, die ja an Pyrop geknüpft sind. Das einzige Vorkommen, das ich auffinden konnte, ist eine Schliere im Amphibolit von Meßnitzbach bei Wernersdorf (Steiermark), die ein ölig grün

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

glänzendes sphärolitisches Aggregat darstellt, mit sehr kleinen Körnchen (bis zu 0·5 *mm*). Unter dem Mikroskop erkennt man Chloritblättchen, die annähernd radialfaserig stehen. Sie haben so schwache Doppelbrechung, daß sie in dem dünnen Schliff überhaupt keine Interferenzfarben mehr zeigen. Im Mittelpunkt dieser Rosetten finden sich dann, jedoch nicht immer, kleine Restkörnchen von Granat, der wohl dem Pyrop nahesteht.

3. Hornblende. Wie im vorigen Abschnitt genauer berichtet, enthalten die körnigen Eklogitamphibolite nur die braunstichige Hornblende. Diese ist zweifellos primär, gehört also demselben Prägungsakt an wie der Omphazit. Es seien einige Gründe für ihre primäre Natur angeführt:

Die Umbildungsprodukte des Pyroxens (Symplektite) sind, wie ich vorhin beschrieben habe, in den meisten Fällen überhaupt keine Hornblende, sondern Pyroxen. Wo sich sicher sekundäre Hornblende entwickelt, ist sie blaustichig. In manchen Schliffen hat die Umwandlung des Pyroxens noch nicht begonnen. Dieser und die Hornblenden grenzen rein und scharf aneinander, ohne die geringsten Spuren einer gegenseitigen Beeinflussung. Allerdings umschließt die Hornblende den Pyroxen und nicht umgekehrt, aber ebenso übergreift der Pyroxen den Granat und nicht umgekehrt; das ist eben nichts anderes als der Ausdruck für die krystalloblastische Reihe:

Granat → Pyroxen → Hornblende.

Im Abschnitt über Injektion ist näheres über die Geneigtheit der Hornblenden zum Umkrystallisieren gesagt. Umkrystallisierte sind von den primären kaum zu unterscheiden.

Die optischen Eigenschaften wurden schon in dem Hornblendekapitel besprochen, ebenso die randliche Einwanderung von Eisen, die eine Erhöhung der Lichtbrechung und eine Änderung der Farbe erzeugt. Diese Erscheinung ist schon lange bekannt und wurde wiederholt beschrieben, z. B. von Baumgärtel (*152*, p. 232) und Hezner (*146*, p. 24, 38, 39).

Der Name Karinthin wurde schon 1817 von Werner für das schwarze Mineral der Saualpeneklogite aufgestellt (das allerdings damals noch für einen Pyroxen gehalten wurde). Von Analysen liegt nur die bekannte von Rammelsberg vor (zitiert z. B. bei Rosenbusch-Osann, Gesteinslehre, 4, Aufl., p. 716); zum engeren Vergleich kommt noch eine von Heritsch-Lieb (Zentralblatt f. Min., 1924, p. 337) analysierte Hornblende aus der Teigitschschlucht, in Betracht, für einen weiteren die Analysen bei Brunlechner, Hezner, Eskola usw. Siehe Tab. I.

4. Zoisit. Längliche Säulchen, nach der *b*-Achse gestreckt. Die dieser Längserstreckung parallele echte Spaltbarkeit tritt nur in wenigen Durchschnitten in Form feiner, gerader Spaltrisse auf. Dagegen findet sich überall eine deutliche Querabsonderung durch

© Verlag Austria - Forum - Wissenschaft und Technik - Volkskundezentrum.at

Tabelle I.

Analysen von Eklogitmineralen der Koralpe und Saualpe.

	1	2	3	4	5	6		8
SiO_2	42·05	40·64	49·33	48·80	45·66	47·02	43·34	36·22
TiO_2	—	—	—	—	—	—	5·33	2·52
Al_2O_3	29·97	28·39	12·72	14·45	14·88	11·79	14·94	18·36
Fe_2O_3	—	3·89	1·72	16·77	17·44	17·20	1·54	4·07
FeO ..	6·49		4·63	—	—	—	12·03	23·15
MnO	—	—	—	1·14	1·44	0·70	—	0·81
MgO	—	0·57	17·44	0·43	4·52	0·77	5·96	4·52
CaO	18·92	24·26	9·91	11·26	10·27	14·56	10·03	10·02
Na_2O	—	—	2·25	?	?	?	2·91	Sp.
K_2O	—	—	0·63				1·20	0·27
H_2O	2·53	2·09	0·29				1·41	0·38
	99·96	99·84	99·13	—	—	—	—	100·32

1	Zoisit	Unterlauftenegg bei Deutschlandsberg	Koralpe	Lovrekovic	Lit. 69
2		—	Saualpe		Rosenbusch-Osann p. 716
3	Karinthin	—		Rammelsburg	Ibidem
4	Hornblende	Semlach		Brunlechner	Lit. 126
5		Lölling			
6		Wölch		»	
7		Teigitschmühle	Koralpe	Lieb	Lit. 97
8	Granat	Am Sprung	»	Machatschki-Gärtner	Lit. 13

unregelmäßige Sprünge senkrecht auf die Spaltrisse. Die Durchschnitte sind im Schliff meist farblos, nur in dickeren Schliffen stellt sich ein leicht rötlicher Ton ein.

Optik: Die Lichtbrechung ist sehr hoch und gleich der des Granats. Die Doppelbrechung ist überaus gering. Ein Schnitt annähernd // AE. ergab $\gamma - \alpha = 0{\cdot}0049$ für Rot C (gemessen an Schliff 129). Sehr verbreitet sind die anomalen Farben, und zwar überwiegen die übernormalen blauen. Oft finden sich aber auch unternormale bräunliche Töne. Die Gebiete anomaler Farben sind oft (abgesehen von der Zonenstruktur) fleckig unregelmäßig in den Mineralen verteilt.

Vorherrschend sind Krystalle, bei denen die Achsenebene senkrecht auf die Längserstreckung und die (meist nicht sichtbaren echten) Spaltrisse verläuft, also sogenannte β-Zoisite. Sie haben eine deutliche Dispersion $\rho > v$, also umgekehrt und viel kleiner als die der α-Zoisite. Der Achsenwinkel ist sehr klein und geht in einzelnen Schnitten bis auf Einachsigkeit herunter. Gelegentlich finden sich aber auch Winkelwerte bis zu 90°

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bei der Abnahme des Achsenwinkels tritt dann oft auch der Umschlag in α-Zoisite mit der Achsenebene // der Spaltbarkeit ein. Auch sie zeigen gelegentlich große Achsenwinkel bis nahe an 90° Sie sind immer in der Minderheit gegenüber den β-Formen. Sie haben eine sehr starke Dispersion $v > \rho$. Becke hat gezeigt, daß es sich keineswegs um zwei verschiedene Modifikationen handelt, sondern um Mischungsglieder mit wechselndem Eisengehalt (Dölter's Handbuch der Mineralchemie, II/1, p. 23 f.). Aus den starken optischen Schwankungen in den Zoisiten ist also auf entsprechende chemische Schwankungen zu schließen.

Zonenstruktur: Manche Zoisite haben unter x Nikols im Kern lichtere Farben (höhere Doppelbrechung) als in der Hülle. Unterschiede in der Lichtbrechung konnten nicht beobachtet werden. Diese Kernteile sind übrigens nicht immer regelmäßig begrenzt und liegen auch nicht in der Mitte. Gelegentlich weichen sie in ihrer Auslöschung um einen kleinen Betrag von der Geraden des übrigen Minerals ab, könnten also als Klinozoisit aufgefaßt werden.

F. Angel führt in seinen »Gesteinen der Steiermark« den Eklogit vom Mautnereck als Distheneklogit an. Wie sich aus dem geringen Hornblendegehalt von nur 2·2 Volumprozenten (l. c. p. 187) ergibt, handelt es sich überhaupt nicht um das typische Gestein, das nach meinen Ausmessungen 23·6% Hornblende bei nur 42·8% Pyroxen enthält, sondern offenbar um eine vereinzelte Schliere. Die Angabe von Disthen hat mich veranlaßt, die bezüglichen Schliffe besonders genau zu untersuchen, ich konnte jedoch immer nur eindeutig bestimmbaren Zoisit feststellen. Die Angabe von Disthen von diesem Fundpunkt ist also sehr unwahrscheinlich, da in der ganzen weiteren Umgebung kein solcher gefunden werden konnte, hingegen viel Zoisit. Natürlich wäre es aber möglich, daß Angel's Handstück einer disthenführenden Schliere entspricht, womit der hohe Omphazitgehalt (61·2%) vereinbar wäre. Auch Dörler (*26*) führt ausdrücklich Disthen an.

Von chemischen Analysen eines Koralpenzoisites liegt nur die von Lovrekovic (*69*) vor, aus einem Zoisitamphibolit von Unterlauffenegg bei Deutschlandsberg. Der hohe Eisengehalt rechtfertigt die optischen Anomalien, die ich in den Schliffen beobachten konnte. Ferner gibt es noch eine Analyse eines Saualpenzoisites, die eine bescheidene Übereinstimmung mit der vorigen zeigt. (Siehe Tab. I.)

5. Quarz. Mineralogisch in keiner Hinsicht bemerkenswert. Genetisch zu trennen in primären und sekundären (durch Injektion zugeführt). Der primäre ist oft sehr reichlich im Gestein enthalten (vgl. den hohen Kieselsäuregehalt in den Analysen des Gesteins vom Mautnereck). Er ist makroskopisch in glasklaren Körnern entwickelt (die sich manchmal zu Schlieren anreichern können) im Gegensatz zum Injektionsquarz, der makroskopisch immer milchweiß ist. Die Injektionsquarze zeigen übrigens eine merkwürdige Abneigung dagegen, mit den Mineralen des Wirtsgesteins in unmittelbare

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Berührung zu treten. Sie sind immer durch eine winzige Feldspatschicht von ihnen getrennt.

6. Apatit, Rutil, Zirkon, Titanit. Alle diese Akzessorien sind sehr selten, Rutil noch am häufigsten. Mineralogisch nichts Bemerkenswertes.

7. Erz. Am häufigsten Pyrit, auch makroskopisch stellenweise zu erkennen. In der Analyse des Gesteins vom Mautnereck fanden sich $0 \cdot 15\%$ Pyrit. Selten Ilmenit, opak, mit Leukoxenrändern.

Struktur und Gefüge (Textur).

Das mikroskopische Gefüge steht durchaus in Einklang mit dem makroskopisch sichtbaren. Das Gestein ist granoblastisch (siehe Tafel II, Fig. 1), die einzelnen Gemengteile sind gleichwertig, haben keine Krystallform, höchstens andeutungsweise der Granat und die Akzessorien. Daraus erklärt sich der Gesamteindruck des Gesteins, das viel mehr einem Tiefengestein als einem krystallinen Schiefer gleichsieht. Bei aller Gleichberechtigung läßt sich aber doch vielfach eine krystalloblastische Reihe: Granat → Pyroxen → Hornblende beobachten. Die Anordnung ist scheinbar eine regellos körnige, doch stellen sich meist die Hornblenden mehr oder weniger mit ihrer Längsrichtung parallel der Schieferung. Dieser morphologischen Gleichrichtung entspricht auch eine optische Regelung, indem sich die Achsenebenen der Hornblenden annähernd in die Schieferungsebene einstellen. Daß sich besonders die Zoisite gern in die s-Flächen legen, beziehungsweise sich an ihnen anreichern, wurde schon erwähnt. Für die Umwandlungsprodukte des Pyroxens könnte man die die Ausdrücke »diablastisch« (Becke) oder »symplektitisch« (Sederholm) anwenden, aber eben nur für den Bereich der ehemaligen Omphazitkörner. Diese selbst grenzen nach wie vor regelmäßig an ihre Nachbarn, wofern nicht eine stärkere Verschieferung eintritt. In diesem Falle kann man auch beobachten, daß die Umwandlung der Omphazite in der Schieferungsrichtung weiter vorgeschritten ist als senkrecht dazu (z. B. in S 141, Eklogitamphibolit von Strutz, Gemeinde Unterfresen), ein Beweis dafür, daß es die Druckkräfte sind, welche den Umbau des Pyroxens auslösen (nicht erzeugen).

Bei einer solchen Durchbewegung können natürlich die verschiedensten, für Tektonite bezeichnenden Gefügebilder entstehen; immerhin hält sich, solange nicht wirkliche Diaphthorese eintritt, die Verschieferung in engeren Grenzen, weil es ja an »schieferholden« Mineralen mangelt. Dadurch entwickeln sich die Gesteine vielfach mehr in die Richtung der Mylonite (»porphyroklastische Struktur«, Becke) als der Diaphthorite.

Das kelyphitische Gefüge (»Ocellartextur«) einzelner Teile des Amphibolites von Wernersdorf wurde schon als Ausnahme erwähnt. Genau dieselben Chloritaggregate fand ich auch im Amphibolit bei Gehöft Priegl, Gemeinde Weißenbach, 4 *km* südöstlich von Wolfsberg.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle II.

Eklogitamphibolit vom Mautnereck

Analyse Hackl und Fabich

	Gewichtsprozent	Mol. Quot. × 1000	Tetraeder-Zahlen
SiO_2	52·51	871	
TiO_2	1·62	20	$si = 124·5$
P_2O_5	0·16	1	
Al_2O_3	13·70	134	$al = 19$
Fe_2O_3	2·24	28	$fm = 46·5$
FeO	7·91	110	$c = 26$
MnO	0·07	1	$alk = 8$
MgO	7·49	186	99·5
CaO	10·24	183	$\xi = 27$
Cr_2O_3	Spur	—	$\zeta = 34$
Na_2O	3·19	51	$\eta = 45$
K_2O	0·53	6	
Ges. H_2O	0·36	48	$s = 3·354$
CO_2	0·14	3	
S	0·10	3	
	100·76		

Chemische Zusammensetzung.

Als Analysenmaterial wurde der Eklogitamphibolit vom »Mautnereck« (nördlich des Haderniggberges) ausgewählt. Es wird im sogenannten »Polanzbruch«, 500 *m* nordwestlich vom W. H. Dampfsäge für Straßenschotter abgebaut und ist absolut frisch. Die wenigen anderen Stellen der Koralpe, an denen frisches Material zu haben wäre (z. B. Unterlauffenegg bei Deutschlandsberg, Engelweingarten bei Stainz, Hochneuberg bei St. Stefan) kommen als typische Gesteine nicht in Betracht, weil sie stark verschiefert und zoisitisiert, zum Teil auch injiziert sind. Die Analyse wurde von den Herren Bergrat Dr. Hackl und Ing. Fabich in dankenswerter Weise ausgeführt.

Die einzige sonstige Analyse eines Koralpeneklogites ist die von Mautner (*70*), betreffend einen Eklogit »von Eibiswald«. Ich vermute, daß es sich dabei um einen der (tertiären) Blöcke vom Aiblerkogel, westlich des genannten Ortes, handelt. Die Tetraederzahlen dieser Analyse sind in der Tab. VI angeführt.

An zwei Dünnschliffen des Eklogits vom Mautnereck wurde unter Anwendung aller Vorsichtsmaßregeln eine optische Ausmessung vorgenommen.

Die abweichenden Zahlen für das gleiche Vorkommen sollen vor einer Überschätzung dieser optischen Analysen warnen. Auch die Berechnung des spezifischen Gewichtes aus diesen Zahlen fiel nicht ganz befriedigend aus. Es ergab sich für S 129 $s = 3·26$

© Verlag ... Wissenschaftliche Publikationen ... Geologie ... Bergbaumuseum ... Landesmuseum ... Joanneum ... Bibliothek ... Naturkundem

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zweifellos kommen die Projektionspunkte gewisser atlantischer Gesteine den Eklogitpunkten viel näher. Da sind z. B. Nr. 41, Theralit von Duppau, oder Nr. 37, Mittel aus 12 Shonkiniten.

Doch liegt, wie früher erwähnt, an dieser Stelle des Tetraeders eine derartige Durchdringung, beziehungsweise enge Nachbarschaft der Projektionspunkte vor, daß eine Entscheidung über die Sippenzugehörigkeit nicht erfolgen kann.

Daß die Eklogitpunkte den Raum um Hornblende- und Omphazitpunkt (*H* und *O*) einnehmen, ist selbstverständlich.

Y. Brière hat am Beispiel eines unversehrten und eines verschieferten Eklogites (von Puy Ferrières) nachgewiesen, daß die Amphibolitisierung des Eklogites mit keiner Änderung im Gesamtchemismus verbunden ist. Ähnliches wird wohl auch für unsere Gesteine gelten und es ist zu vermuten, daß die Koralpenamphibolite, von denen leider noch keine Analysen vorliegen, sich von den Eklogiten nicht wesentlich unterscheiden werden. Dagegen liegen schon 10 Analysen von Amphiboliten des benachbarten Gleinalpengebietes vor (Angel, Gesteine der Steiermark, p. 160, Analysen von Schneider). Ich habe ihre Projektionszahlen berechnet und in Tab. IV zusammengestellt, jedoch nicht mehr in Tafel I eingezeichnet, weil sonst das Bild ganz unleserlich geworden wäre.

Legt man eine Oleate mit den Projektionspunkten dieser Gleinalpenamphibolite über meine Eklogitprojektionen in Tafel I, so ergibt sich folgendes:

Die Gesteine Nr. (der Tab. IV) 1, 2, 3, 5, 9 fallen unmittelbar in das Eklogitfeld und können ohne weiteres als Abkömmlinge von Eklogiten aufgefaßt werden. Eine Gruppierung, die auf mehr atlantischen Charakter im Gegensatz zum pazifischen der Eklogite hindeuten würde, tritt nicht auf. Das Gestein Nr. 3 (Granatamphibolit, Ochsenkogel-Brendlstall) stimmt sehr genau mit dem Eklogitamphibolit vom Mautnereck überein, besonders in der Grundrißprojektion.

Etwas weiter ab, an den Rändern des Eklogitfeldes, stehen die Gesteine Nr. 4 und 10, während die Gesteine 6, 7 und 8 als Außenseiter eine Sonderstellung einnehmen, und zwar Nr. 6 (Smaragditschiefer Pagger-Gruber) nach dem femischen Pol, während 7 und 8 offenbar injizierte Gesteine darstellen.

Soweit sich also aus den Analysen beurteilen läßt, kann man mindestens die Hälfte aller Gleinalpenamphibolite zwanglos als enge Verwandte der Eklogitamphibolite der Koralpe und als Derivate von Eklogiten überhaupt auffassen. Für eine Zugehörigkeit zu einer anderen Magmensippe ergeben sich keine Anhaltspunkte.

Injizierte Eklogite.

(Vertreten durch die Schliffe S 42, 77, 86, 133, 139, 149, 158, 185, 187, 313, 327.)

Von der Injektion war schon bei Besprechung der Pegmatite (Koralpe VI, p. 132, 133 und 137) die Rede. Diese Durchtränkung mit pegmatitischen Stoffen ist überaus verbreitet, im einzelnen aber

© Verlag Geologische Bundesanstalt, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle IV.

Projektionszahlen von Amphiboliten der Gleinalpe.

Berechnet aus den Analysen von E. Schneider.

		al	*fm*		*alk*	ξ	ζ	η_1
1	102	16	43·5	33·5	7	23	40·5	49·5
2	114·5	16	51·5	25	7·5	23·5	32·5	41
3	113	16	43	31	10	26	41	47
4	121	25	37	26	12	37	38	51
5	108·5	19	42·5	29·5	9	28	38·5	48·5
6	93	9	66	23	2	11	25	32
7	109·5	28	25·5	36	10·5	38·5	46·5	64
8	128	38·5	11	39	11·5	40	50·5	77·5
9	100	17	50·5	23	9·5	26·5	32·5	40
10	146	22	53	16	9	31	25	31

1. Gemeiner Amphibolit, Bussardkogel.
2. Granatamphibolit, Bussardkogel.
3. Granatamphibolit, Ochsenkogel-Brendlstall.
4. Plagioklasamphibolit, Kreuzsattel-Polsteralpe.
5. Plagioklasamphibolit, Lammkogel.
6. Smaragditschiefer, Pagger-Gruber.
7. Hornblendezoisitschiefer, Terenbachalpe.
8. Hornblendezoisitschiefer, Roßbachkogel.
9. Biotit-Amphibolit, Hoyer-Stäring.
10. Hornblendegarbenschiefer, Leuker.

meist auf kleinere Flecken beschränkt. Sie erfolgt, wo Klüfte vorhanden sind, in Form gut abgesetzter Gänge, die eine nur wenige Zentimeter breite Mischungszone mit der Nachbarschaft erzeugen; wo solche vorgezeichnete Wege fehlen, verteilt sich das zugeführte Material sehr unregelmäßig im Gestein. In Ergänzung der Angaben in Koralpe VI bilde ich zwei typische Injektionsbilder ab. Das erste, Fig. 5, ist einer Kontaktzone eines Pegmatitganges vom Gradischkogel entnommen (S 185). Man sieht vor allem, wie die eindringenden Quarz-Feldspatmassen die Korngrenzen als Wege benützen. Sie schaffen sich Raum, indem sie in die Hornblenden rundliche Buchten einfressen. Diese Korrosionsformen, die in Fig. 6 noch deutlicher sind, stellen ein sehr bezeichnendes Kennzeichen der Injektion dar. Die zweite wichtige Beobachtung ist die, daß der Quarz eine deutliche Abneigung zeigt, mit den Mineralen des Wirtsgesteines in unmittelbare Berührung zu treten. Immer ist er durch Plagioklas von den Hornblenden usw. getrennt. Es wiederholt sich hier im kleinen dieselbe Erscheinung, die sich an den Pegmatitgängen im großen beobachten läßt, daß nämlich zu beiden Seiten des Ganges ein Salband von Feldspat entwickelt wird, während der Quarz die Mitte einnimmt (siehe Fig. 4 in Koralpe VI). Bei dieser Injektion treten entsprechende mineralogische Änderungen ein. Im Muttergestein werden Omphazit, Granat, Zoisit und ein Teil der

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Hornblenden aufgelöst. Sie wandern zum Teil in den Pegmatitgang ein und krystallisieren dort in großen Krystallen wieder aus. Die Menge großer Zoisitkrystalle, die in den Gradischgängen auftreten, stammt zweifellos aus dem Eklogit. Dabei hat die Zoisitsubstanz offenbar eine größere Fähigkeit des Wanderns, während sich die Hornblenden schon in nächster Nähe des Kontaktes wieder ausscheiden. Der Granat bleibt verschwunden. Ein Teil der aufgelösten Minerale wird dazu verwendet, den Feldspat basischer zu machen. An den injizierten Stellen haben die Plagioklase durchschnittlich 25% An

Fig. Dünnschliffbild (S 185) aus einem Eklogitamphibolit vom Gradisch bei St. Vinzenz, leicht injiziert. Der Kreis entspricht einem wirklichen Durchmesser von 5·5 *mm*. H = Hornblende, Z = Zoisit, P = Plagioklas, Q = Quarz, L = Loch im Schliff.

gegen durchschnittlich 13% im Pegmatit. Der Zonenbau ist invers; dieses Zunehmen an Anorthitsubstanz gegen außen stimmt sehr gut mit der zunehmenden Auflösung der Nachbarminerale überein. Ausnahmsweise hat sich neben diesem Plagioklas, der also um zirka 12% basischer geworden ist, noch etwas Kalifeldspat erhalten, im allgemeinen aber verschwindet er rasch bei der Injektion.

Bei der mehr diffusen Injektion sind die Erscheinungen etwas anders. Die Ausgangsformen gleichen noch den vorhin beschriebenen. Ein Pegmatit dringt in den Eklogit ein, aber viel weiter, viel unregelmäßiger, es ist keine bloße Kontaktzone mehr. Dann, mitten

im Eklogit, treten plötzlich isolierte Pegmatitknollen auf, meist faustgroß, auch größer, mit groben, spätigen Feldspaten, die haselnußgroße, etwas gerundete Quarzkrystalle umschließen.

Das nächste Stadium sind Gesteine von einer gleichkörnigen Beschaffenheit, die nur mehr aus umkrystallisierter (nur zum Teil noch aus primärer) Hornblende, aus Feldspat und Quarz bestehen. Es sind petrographisch eigentlich Tiefengesteine, etwa als Quarz-

Fig. 6. Texturbild eines stark injizierten Eklogitamphibolites. Von der »Oberen alten Hütte«, nordöstlich vom Gradisch. Schliff Nr. 187. Der Maßstab links unten in Millimetern. Schattiert: Hornblende. Punktiert: Zoisit. Weiß: Quarz und Feldspat (Grenzen zur besseren Übersicht nicht eingezeichnet).
Man sieht deutlich das Eindringen der Injektionsmasse an den Spaltrissen, ferner einerseits die rundlichen Korrosionsränder, andrerseits die geradlinigen Grenzen, wo Teile längs einer Spaltfläche abgespalten wurden.

diorit zu bezeichnen. Wir haben also die hochinteressante Erscheinung vor uns, daß ein krystalliner Schiefer sekundär wieder durch die Injektion umgeschmolzen, in Tiefengesteinsfazies zurückgebracht wird.[1]

[1] Es ergeben sich Analogien mit den Aufschmelzungen, welche Amphibolitschollen im Lausitzer Granit erlitten haben. Diese sind über »Hornblendesaussuritgabbro« in Quarzdiorite verwandelt worden. Siehe E. Tröger, Endogen kontaktmetamorphe Amphibolgesteine im Lausitzer Granit, Centralbl. f. Min. usw., A 1927, p. 229 bis 240.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Alle diese Erscheinungen sind in leidlich guten Aufschlüssen im Krumbachtal (westlich St. Oswald ob Eibiswald) zu sehen, am besten in der Strecke zwischen dem Forsthaus Steinwirt und der Krumbachsäge (dem alten Stahlwerk). Ferner auch noch sehr deutlich am Ostrand des Gradisch-Eklogites, in der Gegend der »Oberen alten Hütte«.

Die Injektion kann aber noch viel weiter gehen. Ich habe Gesteine gefunden, bei denen sich Wirtsgestein und Injektionsmasse ungefähr die Wage halten. Von diesen gibt es alle Übergänge bis zu Pegmatiten, in denen nur mehr Reste unverdauter Hornblende schwimmen (S 139).

Die neugebildeten Hornblenden sehen frischer aus als die alten, mit einer rein tiefschwarzen Farbe, während die primären doch immer noch einen Stich ins Grüne aufweisen. Das mag zum Teil auf eine Art »Reinigung durch Umkrystallisieren« zurückzuführen sein, zum Teil sicher auch darauf, daß diese Hornblende ja auch Metalloxyde des zerstörten Granats in sich aufgenommen hat und dadurch kräftiger gefärbt ist.[1]

Im Schliff durch einen stark injizierten Eklogitamphibolit (Fig. 6) finden wir die schon aus Fig. 5 bekannten Korrosionsbuchten weit stärker entwickelt. Omphazit und Granat sind verschwunden, Zoisit stark verringert. Es ist gut zu beobachten, wie die Injektionsstoffe an den Spaltrissen in die Hornblende eindringen und sie aufspalten. Daneben findet man auch vielfältig eine siebartige Durchlöcherung der Hornblenden. Vielleicht handelt es sich um neugebildete Krystalle, die bei ihrem raschen Wachstum kleine Quarz- und Feldspatkörnchen umschlossen haben und die ann später randlich neuerdings korrodiert wurden. Zum Teil aber handelt es sich nur um Zufälle des Schnittes im Schliff. Je inniger diese Durchdringung und Auflösung ist, desto mehr werden auch die Injektionsfeldspate geändert, sie werden basischer als in den vorhin beschriebenen Fällen. Mit Sicherheit wurde ein An-Gehalt bis zu 35% festgestellt, es sind also schon saure Andesine. Auch hier ist der Zonenbau invers, d. h. die Hülle basischer.

Zoisitamphibolite.

(Vertreten durch die Schliffe S 34, 43, 130, 140, 152, 195.)

Die Eklogitamphibolite gehen randlich in Zoisitamphibolite über. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese aus jenen durch eine spätere Durchbewegung hervorgegangen sind. Kleinere Körper wurden vollkommen aufgeschiefert, größere Eklogitmassen, z. B. die des Gradisch, weisen nur eine »Randfazies« von Zoisitamphibolit auf, während im Innern nur einige mit Zoisit belegte Scherflächen eine in den Anfängen steckengebliebene Verschieferung

[1] Die bedeutende Größe der neugebildeten Hornblenden mag, wie dies Becke (149*a*, p. 617) von ähnlichen Injektionen im Waldviertel vermutet hat, auf die Wirkung der pegmatitischen Mineralisatoren zurückzuführen sein.

verraten. Die verschiedenen, im untersuchten Gebiet zu beobachtenden Anzeichen von Verschieferung sind nicht alle derselben Durchbewegungsphase zuzuordnen. Ein Teil der Änderungen ist jedenfalls älter als die Injektionen, wie vorhin bei Besprechung der Omphazite dargelegt wurde. Andrerseits finden sich aber auch eingeschlichtete Quarz-Feldspatlagen, die also nach der Injektion von Bewegungen erfaßt worden sind. Überdies haben die Injektionen vermutlich nicht in einem einzigen geologischen Vorgang stattgefunden, sondern sich höchstwahrscheinlich auf einen längeren Zeitraum verteilt.

Eines dieser verschieferten Vorkommen, der Eklogit von Unterlauffenegg bei Deutschlandsberg, wurde seinerzeit von Lovrekovic (*69*) beschrieben. Die petrographische Darstellung ist im allgemeinen zutreffend, während die geologische, besonders das Profil, gänzlich verfehlt ist. Es wird in Fig. 7 richtiggestellt.

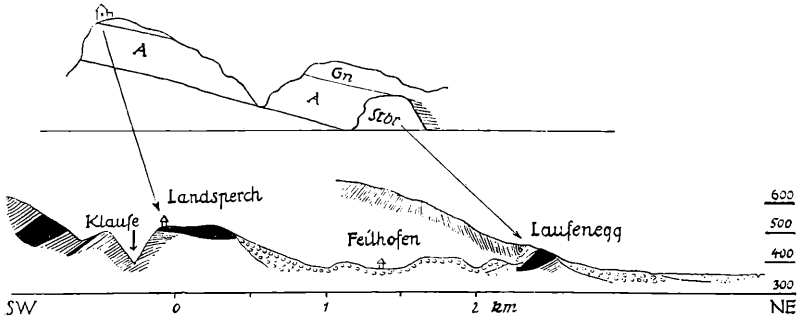


Fig. 7. Die Eklogitamphibolitvorkommen bei Deutschlandsberg. Das obere Profil von Lovrekovic (kopiert aus Lit. 69), das untere Profil von mir. Die korrespondierenden Punkte durch Pfeile verbunden. Maßstab des unteren Profiles 1 100.000, zweifach überhöht. Schwarz: Eklogit. Gestrichelt: Gneis und Glimmerschiefer. Ringeln: Tertiär.

Der Unterlauffenegger Steinbruch ist deshalb so instruktiv, weil in ihm alle Übergänge vom körnigen zum verschieferten Eklogit zu beobachten sind. Im linken, südlichen Teile des Steinbruches steht ein körniger Eklogitamphibolit an, der nicht verschiefert ist. Die Hauptmasse des Steinbruches aber besteht aus einem fein schwarz-weiß gestreiften Zoisitamphibolit. Er weist zahlreiche Lagen von Injektionsmaterial auf. Vorherrschend sind reine Quarzlagen bis zu 10 *cm* Dicke, die nicht konkordant eingelagert sind, sondern die Schieferung unter einem schiefen Winkel durchsetzen. Sie haben auch viele kleine Verästelungen. Die Grenze gegen das Nebengestein ist scharf, die Stoffaufnahme gering: nur selten führen sie einige Hornblendekörnchen, die aus dem Nebengestein stammen. Daneben finden sich Quarz-Feldspatlagen, also schon Pegmatite, offenbar älter als die Quarzeinschübe. Sie haben eine sehr unregelmäßige Grenze gegen das Nebengestein und führen sehr viel umkrystallisierte Hornblende. Sie sind nicht auf Gänge beschränkt, sondern setzen als feine Quergriffe durch den Amphibolit.

In Hohlräumen tritt übrigens Laumontit auf, »in weißen, teilweise verwitterten, bis 1 *cm* langen und 1 *mm* breiten, einzelnen oder in Gruppen vereinigten säulenförmigen Krystallen als Einschlüsse in einem blaßgelben, körnigen Kalkspat, der in Nestern im Amphibolit vorkommt« (Sigmund, *137*).

Diese Zoisitamphibolite weisen eine ausgezeichnete Schieferung auf, die durch die länglichen Hornblendekrystalle und die Zoisitleisten

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

erzeugt wird. Makroskopisch sind nur diese beiden Gemengteile zu sehen, in einigen Lagen auch noch der Granat. An einzelnen, weniger verschieferten Stellen, z. B. gerade im erwähnten Unterlaufenegger Steinbruch, sind sogar noch grüne Pyroxenreste zu erkennen. Im ganzen sehen diese schwarz-weißen Zoisitamphibolite gewissen injizierten Eklogiten sehr ähnlich, mit dem Unterschied, daß das weiße Mineral in dem einen Fall Zoisit, im andern Quarz-Feldspat ist. Im Felde sind beide Gesteine nicht immer leicht zu trennen.

Das mikroskopische Bild der Zoisitamphibolite zeigt ebenso deutlich wie das makroskopische die stufenweise Entwicklung aus den Eklogitamphiboliten. Auch Lovrekovic hatte ähnliche Abstufungen unterschieden:

1. Zoisitamphibolite:
   a) körnig,
   b) mit paralleler Struktur,
   c) mit schieferiger Struktur.
2. Granatamphibolite.

Das sind nichts anderes als verschiedene Stufen der Durchbewegung, wenn man will, verschiedene petrographische Fazien ein und desselben Gesteines.

Ein Schliff durch einen typischen Zoisitamphibolit (S 195) zeigt eine sehr deutliche Schieferung, erzeugt durch lange, schmale Zoisitleisten und längliche Hornblendekörner (vgl. Tafel II, Fig. 2). Dazu kommen, zu linsenförmigen Körpern verschiefert, Kornhaufen des Pyroxensymplektites (Körner von Diopsid und Plagioklas; ein Teil der letzteren ist schon in Zoisit übergegangen). Lovrekovic hatte diese Gebilde fälschlich für Zersetzungsprodukte der Hornblende gehalten, und zwar glaubte er in ihnen Chlorit, Glimmer oder Talk zu erkennen). Dazu kommen Quarz und die üblichen Eklogitakzessorien (Rutil, Zirkon, Apatit). Die Zoisitanalyse von Lovrekovic ist in Tabelle I wiedergegeben.

Die anderen Vorkommen von Zoisitamphibolit (z. B. Randfazies der Forstmauer, S 130 (Tafel II, Fig. 2), Randfazies von Krumbach, S 34, Randfazies vom Gradisch, S 43), zeigen immer wieder die gleichen Erscheinungen, so daß eine Einzelbeschreibung überflüssig ist. Erwähnenswert als Ausnahme wäre höchstens, daß in den Pyroxenen der Amphibolite vom Gradisch (S 43) im Kern regelmäßig angeordnete Einschlüsse auftreten, während die Hülle klar ist. Sie bestehen aus winzigen Spindeln (1 bis 15 μ lang, zirka 0·6 μ dick), die in annähernd parallelen Scharen liegen. Eine Bestimmung war unmöglich. Wir werden diese Erscheinung der »gefüllten« Pyroxene bei den Diallageklogiten in großer Verbreitung wiederfinden.

Überall kommt es zur Bildung von sehr vielen langen Zoisitsäulchen (im Gegensatz zu den mehr gedrungenen bei den Eklogitamphiboliten). Sie zeigen Zonenstruktur und die schon früher beschriebenen optischen Anomalien. Die Hornblenden sind der Form

nach und auch bis zu einem gewissen Grad optisch geregelt. Die Pyroxensymplektite verschwinden mit zunehmender Verschieferung und gehen in Hornblende, beziehungsweise Zoisit über. Auch der Granat nimmt ab.

Granatamphibolite und Amphibolite im allgemeinen.

(Vertreten durch die Schliffe S 97, 150, 151, 173, 313, 315, 317, 335.)

Denken wir uns die bei den Zoisitamphiboliten beschriebene Verschieferung ohne die starke Zoisitbildung durchgeführt und fortgesetzt, so erhalten wir jene im ganzen Koralpengebiet so häufigen Gesteine, die als Granatamphibolit, zum Teil als Amphibolit schlechtweg bezeichnet werden können. Das Hauptmerkmal dieser Gesteine ist das vollständige Verschwinden des Omphazits.

Es gibt Typen, die noch das unregelmäßig körnige Gefüge des Eklogitamphibolits tragen. Nur einige wenige Beispiele:

Da ist z. B. der Amphibolit von Hochneuberg bei St. Stefan (S 313), der erst im Schliff die Reste der alten Injektionsstruktur mit den bezeichnenden Korrosionen der Hornblende erkennen läßt. Omphazit ist verschwunden, der Granat stark zurückgetreten. Hornblende blaustichig, Plagioklas mit 24% An.

Ihm gegenüber bedeutet ein Stück aus dem Steinbruch Engelweingarten bei Stainz schon einen weiteren Fortschritt im Umbau (S 315): Hornblende und Zoisit haben sich in *s* eingestellt, Quarz und Feldspat in gesonderten Lagen angesammelt. Natürlich könnte dieses Gestein auch ebenso gut noch als Zoisitamphibolit bezeichnet werden. Plagioklas noch zirka 26% An.

Eine der Tendenzen bei der Umbildung ist auch die Verkleinerung der Korngröße und Verschieferung zu einem diablastischen Gewebe. Ein Amphibolit östlich vom Orte Pack (S 317) zeigt z. B. ganz klein zerriebene Hornblenden; der Granat ist schon fast ganz verschwunden. Noch mehr zerrieben ist ein Amphibolit von der Grillitschhütte (S 173), der an einer Störungszone liegt.

Gemeinsam ist also allen diesen Vorkommen das Verschwinden von Omphazit, das Zurücktreten von Granat, die Bildung von blaustichigen Hornblenden (diese sind aber makroskopisch noch immer glänzend schwarz, zum Unterschied von der folgenden Gruppe, die ich schon den Diaphthoriten zurechne). Der Feldspat bleibt unverändert ein basischer Oligoklas. Die Schieferung nimmt zu und äußert sich hauptsächlich in der Gleichrichtung der Hornblenden und in der lagenweisen Trennung der dunklen und lichten Gemengteile.

Die Verbreitung dieser Amphibolite, die ich also als Tektonite der Eklogitamphibolite auffasse, ist im strengen Zusammenhang mit dem geologischen Bau. Sie finden sich in allen jenen Teilen der Koralpe, die eine jüngere tektonische Beanspruchung aufweisen.

Da ist zunächst jener südliche Teil, der zwischen dem Altkrystallin und der Diaphthoritzone vermittelt. Ich nenne hier als

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Beispiel die Amphibolite der Sobother Gegend (S 86), den Granatamphibolit vom Hadernigg, vom Jankeckogel (S 151).

Ferner der westliche und östliche Rand des Massivs. Das sind also einerseits jene langgestreckten Züge an der Westflanke, welche die streichende Fortsetzung der Brettsteinzüge bilden (z. B. S 150, Steinberg), anderseits die Amphibolite am Rande gegen das weststeirische Tertiärbecken. Die Amphibolite der Gegend von Stainz und St. Stefan (S 315, 317) wurden schon oben als Beispiele erwähnt.

Drittens endlich finden sie sich an den Störungszonen im Innern des Massivs, z. B. in der »Wolfsberger Zone« (Amphibolit vom Scherbartl, S 173) und in der Nähe der Überschiebungsfläche der Gipfelscholle (Grillitschhütte, S 173).

So zeigt sich immer wieder der enge Zusammenhang von geologischer Geschichte und petrographischer Entwicklung.

Diese Gesteine sind also durch eine rückschreitende Metamorphose aus den Eklogitamphiboliten hervorgegangen (um Mißverständnisse zu vermeiden, sei betont, daß ich natürlich nicht die Meinung vertrete, diese hätten alle genau die gleiche ursprüngliche Zusammensetzung gehabt; aber groß dürften die Unterschiede nicht gewesen sein). Trotzdem möchte ich die besprochenen Amphibolite nicht ohne weiteres als Diaphthorite ansprechen, weil ich unter diesem Begriff nur solche Gesteine zusammenfasse, die wirklich bis in die Grünschieferfazies zerstört worden sind. Man könnte für die vielleicht den Ausdruck »Tiefendiaphthorite«, den seinerzeit F. E. Sueß geprägt hat, in Anwendung bringen (vgl. *155*). Selbstverständlich finden sich auch viele Gefügebilder, die ebenso gut als Mylonite bezeichnet werden könnten. Gerade bei diesen Gesteinen, die so arm an schieferholden Mineralien sind, verwischen sich die Unterschiede dieser beiden Begriffe.

Amphibolitdiaphthorite.

(Vertreten durch die Schliffe S 13, 14, 15, 16, 29, 33, 37, 41, 49, 87, 300, 301, 304, 305, 307, 330, 338.)

Die bisher besprochenen Umwandlungen der eklogitischen Gesteine sind das petrographische Korrelat zu einer verhältnismäßig leichten Durchbewegung. Wird diese stärker, dann werden die Gesteine gänzlich in die »Grünschieferfazies« umgebaut, werden zu echten Diaphthoriten. Ich habe diese Amphibolitdiaphthorite in Koralpe I ausführlich beschrieben, worauf zur Vermeidung von Wiederholungen verwiesen sei. Seither hatte ich Gelegenheit, besonders den mächtigen »Grünschiefer«-Zug, in welchen die enge Durchbruchschlucht der Drau zwischen Unterdrauburg und Trofin eingeschnitten ist und ganz ähnliche Gesteine im Bachergebirge näher zu untersuchen. Die Angaben in Koralpe I, die sich besonders auf den Raum südlich des Haderniggs bezogen, haben sich auch für die neu untersuchten Gebiete vollauf bestätigt.

© Verlag Archive Universitätsbibliothek Graz - Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Als Erweiterung sei bemerkt, daß ich die Uralitschiefer, über deren Herkunft ich seinerzeit noch Bedenken hatte, nunmehr mit aller Sicherheit als Tektonite von Eklogitamphiboliten erkannt habe.

Entscheidend für diese Auffassung waren Beobachtungen in jenem Krystallinstücke, das — südlich der Drau — vom Bachern durch die Reifnigger Tertiärmulde getrennt ist und den südöstlichen Rand der »Posruckantiklinale« darstellt. Der Wuchererbach kommt aus dem Bachernkrystallin, verläuft dann 4 *km* durch das Reifnigger Tertiär und betritt bei P. 443 (W. H. Mary und Kosir) das Posruckkrystallin, um nach weiteren 4 *km* in die Drau zu münden. In der Nähe des Südrandes dieses Gebirges mündet von W her der Vrunckobach in den Wuchererbach. Im Graben des ersteren ist nun mit aller Deutlichkeit zu beobachten, wie ein typischer Granatamphibolit Schritt für Schritt in einen Uralitschiefer übergeht. (Genaueres über diese Gegend in meinem Aufnahmsbericht in Verh. d. Geol. Bundesanst., 1928, p. 42.)

Betrachten wir eine Reihe zunehmender Diaphthorese, so kann man zunächst eine Gruppe von Gesteinen in vermittelnder Weise als »diaphthoritische Amphibolite« bezeichnen (z. B. S 41, Hühnerkogel, S 92, Feistritzgraben, S 93, Wildbachgraben, S 305, Mißlinggraben im Bachern). Die glänzend schwarze Farbe der frischen Amphibolite weicht einem matten Grün, das Gestein ist aber noch klingend hart. Die Schieferung wird immer stärker, zum Teil zeigt sich auch schon eine lagenweise Trennung der lichten und der dunklen Gemengeteile. Dazwischen sind aber noch immer Lagen der alten, glänzend schwarzen Hornblende erhalten. Dieselbe »auswählende Diaphthorese« findet sich auch im größeren Maßstab: Mitten in stark diaphthoritischen Gesteinen liegen noch faustgroße Knollen eines unversehrten, richtungslos körnigen Amphibolits (siehe Textfig. 1 in Koralpe I).

Ein weiteres Stadium der Zerstörung sind richtige Uralitschiefer. In einem dichten, dunkelgrünen Gewebe spiegeln nur mehr da und dort vereinzelte schwarze Uralitkrystalle ein. Im Schliff sieht man dann in diesen noch einen Pyroxenkern. Dann verschwindet auch dieser (siehe Tafel II, Fig. 3) und die Uralite werden immer mehr zerrieben (vgl. die ausführlichere Beschreibung in Koralpe I). Dabei entwickelt sich immer mehr Kalkspat und Chlorit. Dieser bedeckt in glänzend schwarzgrünen Häutchen die Schichtflächen.

Das Endprodukt ist ein kleinkörniges Gemenge, im dem höchstens noch vereinzelte, etwas größere Hornblendereste schwimmen. Gleichzeitig hat eine lagenweise Trennung der lichten und dunklen Gemengteile stattgefunden (siehe Tafel II, Fig. 4).

Welches sind nun die mineralogischen Änderungen bei der Diaphthorese der Amphibolite?

1. Die Omphazite, soweit sie überhaupt noch in Amphibolit vorhanden sind, werden uralitisiert (das ist also ein ganz anderer Vorgang als die Zerlegung des Omphazits in Diopsid und Feldspat, die bei den Eklogitamphiboliten eintritt). Die Hornblenden werden eisenreicher (blaugrün), klein zerstoßen und zum Teil in Chlorit verwandelt.

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Dieses Hornblende-Zwischenstadium kann anscheinend auch übersprungen werden. In einem Schliff (S 300) aus dem Grünschiefer östlich St. Oswald (südlich des Galler vrh, Vorberg des Westbachern) zeigt sich eine unmittelbare Umwandlung des Pyroxens in Chlorit. Gerade für dieses Gestein möchte ich aber die Herkunft aus Amphiboliten nicht sicher behaupten. Es liegt nämlich inmitten bunter Phyllite, die ich für Permotrias halte und es kann sich um einen verschieferten permischen Peridotit oder Pyroxenit handeln.

2. Der Granat verschwindet. Als vorübergehendes Umwandlungsstadium tritt etwas Biotit auf, der aber bald in Chlorit übergeht.

3. Die Plagioklase werden wieder saurer und können von dem für die Amphibolite bezeichnenden basischen Oligoklas bis auf Albit verwandelt werden.

4. Als Neubildungen treten Chlorit, Epidot und vor allem sehr viel Kalkspat auf. Dieser entsteht offenbar aus dem Anorthitgehalt der Plagioklase, aus dem Grossularanteil der Granate und wohl auch aus Hornblende. Die massenhafte Entwicklung von Kalkspat führt stellenweise zur Bildung von Kalkspat-Chloritschiefern, die bis an 50% Kalkspat enthalten können (ausführliche Beschreibung in Koralpe I).

Abweichend von dieser Verschieferung, die also als tektonoblastisch bezeichnet werden kann, tritt an einzelnen Stellen auch ein fast rein mechanisches Zerbröseln, eine Mylonitisierung auf, also tektonoklastisches Gefüge. Diese Erscheinung tritt dort auf, wo relativ wenige schieferholde Minerale entstehen können, z. B. in quarzreichen Lagen (siehe Tafel II, Fig. 5).

Die Verbreitung dieser Diaphthorite ist natürlich wieder tektonisch bedingt. Sie finden sich also in der großen Diaphthoritzone am Südrand der Koralpe, dann auch am Südrand des Posruckkrystallins und an verschiedenen Störungszonen des Bachern, z. B. im Mißlingtal. Auch innerhalb der Koralpe kann die rückschreitende Metamorphose an einzelnen Stellen bis zu Diaphthorese ausarten, z. B. in der Wolfsberger Zone (S 338, Göselberg).

Biotitamphibolite (zum Teil »Hornblendegneise«).

(Vertreten durch S 325, 336, 339, 345.)

Inmitten der gewöhnlichen Granatamphibolite, zum Teil auch selbständig, treten solche Amphibolite auf, in denen bei gleichzeitiger Anwesenheit von verhältnismäßig viel Quarz und Feldspat auch Biotit eine große Rolle spielt. Ihr unmittelbarer Zusammenhang mit Orthoamphiboliten läßt keine Deutung auf paragene Natur zu. Man könnte sie also als Granatbiotitamphibolite, einige auch als Hornblendegneise bezeichnen.

Angel will unter Hornblendegneis solche Gesteine verstehen, deren Hornblende nicht über 55% steigt, mit einem Biotitgehalt von 0—35%, Feldspat 45—75%, Granat und Zoisit je 0—10%. Jedenfalls können dieselben Gesteine ebenso gut als Biotitamphibolit bezeichnet werden (siehe Tabelle bei Angel, p. 155, Gestein II/3).

© Verlag ... Wissenschaften ... Naturhistorisches Museum ... Biodiversitätszentrum.at

Ich will einige Beispiele dieser Gesteine, die unter den Koralpenamphiboliten ganz zurücktreten und sehr selten sind, anführen:

Zunächst aus der Gipfelserie. Es handelt sich um einige Schuppen, die auf dem Kamme Kl. Speikkogel-Hühnerstützen zu beobachten sind. Heritsch hat sie in seinem Koralpenprofil (Geologie der Steiermark, p. 166, Fig. 33) als Hornblendegneise ausgeschieden. Sie sind besonders nördlich und südlich von P. 2071 zu beobachten. Zum Teil sind es noch reine Granatamphibolite (S 340, Hochseealm nördlich von P. 2071), zum Teil aber erwerben sie merklichen Biotitgehalt, der aber im makroskopischen Gesamtbild des Gesteins nicht deutlich hervortritt. Es sind unscheinbare kleinkörnige Granatamphibolite, welche durch die — meist unregelmäßig verteilten — Quarz- und Feldspatkörner eine schmutzig-graue Mischfarbe erhalten.

Das Schliffbild (S 339) ist sehr unklar. Die blaustichigen Hornblenden zeigen Korosionsbuchten und siebartige Durchlöcherungen, die auf Injektion hinweisen. Einige Körner haben tropfen- und schlauchförmige Einschlüsse von Plagioklas, wohl eine Andeutung, daß es Umwandlungsprodukte von Omphazit sind. Auch die Biotite weisen gelegentlich siebförmige Durchlöcherung auf. Die Plagioklase sind auffallend basisch, Andesine mit zirka 37% An. Die Dispersion der Auslöschungsschiefe ist so stark, daß einige Schnitte nicht ganz auslöschen. Granat sehr unregelmäßig, reich an Einschlüssen. Dazu kommen Quarz, Titanit, Disthen, Erz, Apatit. Eine optische Ausmessung hat bei der geringen Korngröße und der fetzigen Form der Gemengteile keinerlei Aussicht auf Zuverlässigkeit.

Es scheint also ein ehemaliger Eklogitamphibolit zu sein, der durchbewegt wurde (wobei sich Biotit entwickelte), dann injiziert, dann offenbar nochmals gestört.

Ebenfalls aus dem Gipfelgebiet, und zwar aus dem Sprungkar stammt der Biotitgranatamphibolit, den Machatschki und Gärtner besonders untersucht haben (*138*). Die beiden Verfasser bringen eine Bauschanalyse des Gesteins (siehe Tabelle VI) und eine Analyse des Granats (siehe Tabelle I) und ziehen aus dem chemischen Befund den Schluß, daß es sich um den Abkömmling eines Theralits handle. (Nachdem, wie die Projektion Tafel I lehrt, die Eklogitpunkte mit denen des erwähnten atlantischen Gesteines zusammenfallen, können wir jedenfalls, ohne uns auf die Diskussion atlantisch-pazifisch einlassen zu wollen, mit Sicherheit den Biotitamphibolit den übrigen Eklogitamphiboliten zuordnen.) Der Anorthitgehalt des Plagioklases von 6%, also Albit, erscheint mir unwahrscheinlich gering. Vielleicht liegt doch eine positive Auslöschungsschiefe vor, was auf 29% An hindeuten würde, ein Wert, der viel besser zu den bisherigen Erfahrungen paßt.

Ein schönkörniger Granatbiotitamphibolit liegt auf dem Wege, der von Wolfsberg zum Koralpenschutzhaus führt (Wasserleitungsweg) zwischen P. 1341 und 1432). Auf den Schieferungsflächen

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sieht man nur die schwarzen Hornblenden, die gewissermaßen in Biotit eingewickelt sind; erst im Querbruch ist die große Menge lichter Gemengteile zu sehen.

Im Schliff (S 336) ist die Hornblende blaustichig, wieder mit Feldspattropfen. Der Biotit scheint die Nähe des Granats zu bevorzugen. Plagioklas ein basischer Oligoklas mit inversem Zonenbau (durchschnittlich 25% An).

Ein ähnliches Gestein (S 157), aber mit wesentlich mehr Biotit, konnte als Einlagerung in dem Amphibolitband, das beim Gehöft Lauke ($2^1/_2$ *km* NO von St. Georgen im Lavanttale, in 1000 *m* Seehöhe) durchstreicht, beobachtet werden. Der Biotit ist stellenweise der Hornblende an Spaltrissen eingelagert und scheint wieder im großen und ganzen an die Nähe von Granat gebunden zu sein, aus dem er vermutlich entstanden ist. Der Plagioklas ist sauerer als gewöhnlich (maximal 21% An) und hat den üblichen inversen Zonenbau.

Am meisten Biotit von allen Hornblendegesteinen haben jene geringmächtigen Einlagen, die im Marmorbruch des Fraßtales auftreten und die ich bereits in Koralpe V beschrieben habe. Egenter hatte sie für Minetten gehalten. Es sind überaus schwere, dichte, dunkle Gesteine, die trotz ihrem Glimmergehalt keine gute Schieferung besitzen. Sie weichen auch mikroskopisch (S 325, 345) wesentlich von den übrigen Biotitamphiboliten ab. Vor allem durch eine optisch positive Hornblende, also Pargasit (obwohl makroskopisch dieselbe schwarze Farbe wie der sonst übliche Karinthin). Die Plagioklase sind auffallend basisch (33 bis 37% An), dazu Biotit, Muskowit, in geringen Mengen Zoisit, Granat, Ilmenit, Quarz. Leichte Diaphthorese durch Chlorit angedeutet. Ich habe diese Gesteine damals als Hornblendegneise bezeichnet, doch möchte ich auf diesen Verlegenheitsnamen keine besondere Bedeutung legen.

Granat-Omphazit-Quarz-Fels.

An einer einzigen Stelle, 2 *km* östlich von Andersdorf (unteres Lavanttal), beim Aufstieg über die Gehöfte Walischer und Fertenegg (recte Findenigg) zwischen 800 und 900 *m* Höhe, fand ich ein Gestein, das trotz aller Ähnlichkeit mit Eklogiten eine ganz abweichende Beschaffenheit hat und, wie ich gleich vorausschicken will, vermutlich ein Paragestein ist.

Es tritt in kleinen Linsen, eingelagert in Glimmerschiefer, auf. Es ist massig, ohne jede Spur von Schieferung. Die Farbe ist ein Fleischrot, durch den weitaus überwiegenden Granat. Dazwischen eingesprengt ist olivgelber bis grünlicher Omphazit und glasklarer Quarz. Die Schliffausmessung (S 154) ergab:

Granat	..73 Vol. %,
Omphazit	9
Quarz ..	18
	100 Vol. %.

© Verlag ... Download ... Naturhistorisches Museum Wien, ... www.biologiezentrum.at

Diese Zahlen sind jedoch etwas zugunsten von Granat übertrieben, weil der Schliff zufällig durch eine quarzarme Lage geht, beziehungsweise der Quarz in Butzen angereichert ist, so daß er im Gesamtgestein wohl eine etwas größere Rolle spielt. Im Schliffbild (ein charakteristischer Ausschnitt in Tafel II, Fig. 6) sieht man große Granatkörner, deren Zwischenräume mit Quarz und Omphazit ausgefüllt sind. Keine Spur einer Schieferung. Der Granat umschließt Quarz wie Pyroxen als Einschlüsse. Der Pyroxen ist ein typischer Omphazit, soweit ein solcher überhaupt optisch charakterisiert ist.

Das ganze Gestein hat einen unleugbar eklogitischen Habitus. Es dürfte ein Paraeklogit sein, und zwar ein Kalksilikatfels. Jedenfalls beschreibt Rosenbusch unter diesem Namen ganz ähnliche Gesteine (Elemente der Gesteinslehre, 4. Aufl., p. 726). Leider hatte ich nicht Gelegenheit, den Granat chemisch zu untersuchen. Die meisten petrographisch ähnlichen Gesteine, die ich in der Literatur gefunden habe, sind Kontaktzonen von Marmor und Granit.

Mit den übrigen Koralpeneklogiten hat unser Gestein nur insofern Ähnlichkeit, als sich in jenen gelegentlich (z. B. Aiblerkogel bei Eibiswald) Schlieren finden, die nur aus Granat und Quarz bestehen. Ich vermute also, daß dieses Gestein der einzige bisher bekannte Paraeklogit des Koralpengebiets ist.

Diallag-Eklogit-Gabbro.

(Vertreten durch S 17, 23, 40, 50—57, 73—76, 136, 137, 164, 165, 168, 170, 171, 311, 314.)

Außer den bisher besprochenen eklogitischen Gesteinen, die, wie wir gesehen haben, im großen und ganzen nur verschiedene tektonisch-petrographische Fazien ein und desselben Ausgangsgesteines sind, fand sich in der Koralpe noch eine andere ganz abweichende Eklogitart, die allerdings mit den gewöhnlichen Eklogiten in engem räumlichem Zusammenhang steht. Das größte Vorkommen, von dem ich auch eine Analyse bringe, bildet einen großen, in der Landschaft sehr auffälligen Felsturm P. 822 beim Bauer Holl in der Gemeinde Wielfresen ($2^1/_2$ *km* nördlich von St. Oswald ob Eibiswald). Es bildet hier den Kern einer größeren Eklogitmasse, die am Rand aus den gewöhnlichen körnigen Eklogitamphiboliten besteht. Sie wurde sehr eingehend untersucht (S 40, 136, 137, 164, 165, 170, 171, 311). Sonstige Vorkommen sind außerordentlich selten. Immer handelt es sich um Einlagerungen in gewöhnlichem Eklogitamphibolit. Ich fand das gleiche Gestein oberhalb der Pernikenmühle im Feistritzgraben, auf dem Wege, der östlich von P. 1194 auf den Jankeckogel führt (2250 *m* südlich vom Gipfel des Gradischkogels bei St. Vinzenz, 860 *m* südöstlich der Kirche St. Leonhard). Es bildet dort eine riesige Felsnadel. Ferner in einem Amphibolit 1 *km* östlich der Kirche St. Maria-Glashütten (im obersten Teile des Stullnegger Baches) (S 168), ferner in der Gemeinde Mitterspiel, 3 *km* nordwestlich von Freyland, bei P. 840, an der Straße, die zur Hebalm führt

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

(S 314), dann östlich des Lenzkogels P. 1151 in Gressenberg. Das Gestein ist auch in den Geschieben der Schwarzen Sulm bei Schwanberg zahlreich vertreten. Von dort erhielt ich aus den Sammlungen des Naturhistorischen Staatsmuseums eine Reihe von Handstücken und Schliffen, aus den Aufsammlungen von Dr. Brezina (S 50—57, 73—76). Zweifellos werden sich bei der weiteren Kartierung des Kartenblattes Deutschlandsberg-Wolfsberg noch weitere derartige Vorkommen finden. Vielleicht gehört auch der »diopsidführende Amphibolit«, den Heritsch (*42*) vom P. 2146 am Zirbitzkogel anführt, zu unserer Gesteinsart.

Makroskopische Struktur. Das Gestein ist sehr schwer ($s = 3 \cdot 274$) und zäh, was die Herauswitterung zu schroffen Felsformen ohne weiteres verständlich macht. Die Struktur ist sehr mannigfaltig. In jenen Teilen, die am wenigsten (durch Injektion und Verschieferung) verändert sind, liegen große lichtrote Granate (bis Haselnußgröße), mit spärlichen Resten von Krystallformen. Der zweite Hauptgemengteil ist ein apfelgrüner Pyroxen, meist nur bis $^1/_2$ *cm* groß. In anderen Teilen tritt eine dunkel-braungrüne Hornblende hinzu, die sich wesentlich von dem glänzend schwarzen Karinthin der gewöhnlichen Eklogitamphibolite unterscheidet. Das ganze schwimmt in einem schneeweißen feinkrystallinen (»zuckerkörnigen«) Grundgewebe, das mit freiem Auge nicht erkennbar ist (Quarz, Zoisit, Disthen).

Dieses Gestein ist nun einer sehr starken Verschieferung unterworfen, die recht verschiedenartige Gefüge erzeugt. Sie äußert sich zunächt darin, daß der Gehalt an Hornblende zunimmt, offensichtlich auf Kosten des Pyroxens. Gleichzeitig vermehrt sich das weiße Grundgewebe immer stärker. Auffallend ist der Umstand, daß gerade in jenen Stücken, in denen die Hauptgemengteile nur mehr vereinzelt, gewissermaßen porphyrisch, im Grundgewebe schwimmen, der Granat schöne Krystallformen entwickelt. Ich kann mir das nur so erklären, daß die Granatporphyroblasten während der Durchbewegung weiterwachsen. Dies stimmt sehr gut mit dem mikroskopischen Befund, wie ich vorausgreifend bemerken will, daß nämlich der Granat einen unregelmäßigen Kern besitzt, reich an Einschlüssen, und klare Fortwachsungszonen, welche dann die Krystallformen entwickeln.

Diese Verschieferung kann noch viel weiter gehen. Das Endprodukt sind schneeweiße, feinkrystalline bis faserige Gesteine, die also nur mehr aus dem Grundgewebe bestehen. In ihm schwimmen ganz vereinzelt kleine Granatkörner, die sich bei der Zerstörung am widerstandsfähigsten erhalten haben.

Ich erkläre mir diese Umwandlungen keineswegs so, daß aus dem Ausgangsgestein, das im wesentlichen aus Granat und Pyroxen besteht, durch bloße Durchbewegung jene weißen Verschieferungsprodukte hervorgehen könnten. Vielmehr müssen letztere schon von vorneherein einen entsprechend höheren Gehalt, zum Teil eine überwiegende Menge von »lichten« Gemengteilen besessen haben, und zwar können diese nur Injektionslagen, also Quarz und Feldspat

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gewesen sein, die sich ja in einzelnen Schliffen noch in Resten erkennen lassen.

Wir haben also ein eklogitähnliches Gestein vor uns, das sowohl sehr stark injiziert als auch später verschiefert worden ist und es ergibt sich die schwierige Frage, ob überhaupt einzelne Teile des Gesteins als wenigstens nicht hybrid, also als Ausgangsgestein, aufgefaßt werden können.

Mikroskopische Physiographie.

Hypersthen- (zum Teil Olivin-?)Pseudomorphosen (Pilit). Sehr bemerkenswert war die Auffindung größerer Pseudomorphosen. Nur in einem einzigen Schliff (S 76) fanden sich noch kleine Körnchen, die als Hypersthen angesprochen werden können; infolge ihrer Kleinheit und des Mangels an geeigneten Durchschnitten war aber eine unbedingt sichere Unterscheidung von Olivin nicht möglich. Ein leichter Pleochroismus spricht gegen Olivin. Die Pseudomorphosen bestehen aus einem wirrfaserigen Gemenge, stellenweise mit undeutlicher Radialstruktur. Ein Großteil der Fasern besteht aus einer farblosen Hornblende. Dazwischen liegen Körner und Schläuche von intensiv grünem Spinell. Gelegentlich treten ganz dieselben verästelten Schlauchgewebe auf, wie sie die sogenannte Feldspaturalitisierung erzeugt. Das grüne Mineral ist aber in diesem Falle weder Pyroxen noch Hornblende, sondern Spinell. Diese Mikrostruktur kann nicht verwundern, sie ist ja nicht an eine bestimmte chemische Substanz gebunden, sondern das Ergebnis von Diffusionsvorgängen und findet sich als Myrmekit ebenso wie in den Umwandlungsprodukten der Omphazite.

Gelegentlich sind die Spinelle in einem grünen Körnerkranz angeordnet, in anderen Fällen bilden sie unregelmäßige Haufen. Außer den Hornblenden findet sich noch ein Gewirr feiner, infolge ihrer Kleinheit unbestimmbarer Fasern. Sie dürften einem Mineral der Serpentingruppe entsprechen.

Auffallend ist, daß in manchen Schliffen neben diesen Pseudomorphosen der Diallag unverhältnismäßig weniger zerstört ist, und zwar meistens durch Uralitisierung, nur zum Teil durch ähnliche randliche »Symplektite«, wie sie aus den Omphaziten der Eklogitamphibolite entstehen.

Es besteht große Ähnlichkeit mit den Bildungen, die F. Becke aus Kersantiten des Waldviertels beschrieben und als »Pilit« bezeichnet hat (Tschermak's Mitt., **5**, 1883, p. 183 f.). Als Unterschied wäre nur zu erwähnen, daß in den Pseudomorphosen der Koralpengesteine die Magnetitkörner fehlen.

Monokliner Pyroxen. Farblose bis leicht gelbliche Krystalle. Auslöschungsschiefe 43°, optisch positiv, Achsenwinkel sehr nahe an 90°, sehr deutlich entwickelte Spaltrisse. Parallel denselben sind winzige Schüppchen, beziehungsweise Nädelchen eines hochlichtbrechenden rötlichen Minerals eingelagert, vielleicht Hämatit. Meist jedoch haben

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Pyroxene eine Randzone, welche von diesen Einschlüssen frei ist. Der ganzen Erscheinung nach sind sie wohl als Diallag zu bezeichnen.

Sie sind vielfach mit den Nachbarmineralen diablastisch verwachsen, am auffallendsten sind die Verwachsungen mit Granat; dieser bildet gelegentlich eine äußere Rinde, welche den Pyroxen umschließt. (Siehe Fig. 8.)

Der Diallag erleidet, abgesehen von der kataklastischen Zertrümmerung, zwei verschiedene Arten von Umwandlungen. Einerseits eine gewöhnliche Uralitisierung, also randlichen Umbau in parallel gelagerte Hornblende, anderseits die gleichen Symplektitbildungen,

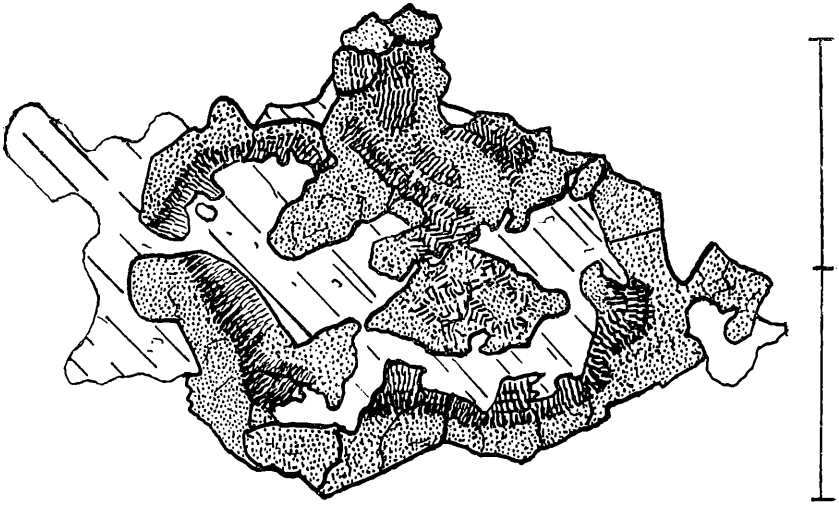


Fig. 8. Einzelbild aus S 23, Diallageklogit Gressenberg. Ein Korn Granat mit einer klaren Außenzone (gepunktet) und Resten des einschlußreichen Kernes (strichliert). Die Hohlräume des Granats erfüllt von einem einzigen Pyroxenkrystall. Maßstab nebenstehend in Millimeter (Vergrößerung 30 fach).

wie sie die Omphazite der Eklogitamphibolite erwerben, jedoch sind die Schläuche ungleich feiner (z. B. S 140).

Granat wurde schon mehrfach erwähnt. Er scheint im unveränderten Gestein kaum eine eigene Form zu besitzen und erst bei der Durchbewegung durch Fortwachsen Krystallformen zu entwickeln. Diese sind im Gegensatz zum Kern frei von Einschlüssen. Es tritt aber oft eine viel kompliziertere Zonenstruktur ein, derart, daß »gefüllte« und einschlußfreie Zonen abwechseln. Die Einschlüsse sind recht verschiedenartig, teils erkennbare kleine Körner von Quarz, Pyroxen, Zoisit (?), teils ein feines staubförmiges Pigment, das gelegentlich so dicht auftritt, daß es die Durchschnitte ganz undurchsichtig macht. Verwachsungen mit Granat siehe Fig. 8. Gelegentlich treten randliche Kelyphitbildungen auf (S 40, 51).

Hornblende wurde schon eingangs beschrieben. Sie tritt durchaus nicht in allen Schliffen auf, anderseits scheint sie vielfach primär zu sein. Zum Unterschied von den Karinthinen fast farblos, γ' lichtgelb. Auslöschungsschiefe sehr wechselnd, in sicheren Schnitten aber nur 14° Doppelbrechung $\gamma - \alpha = 0 \cdot 0244$. Die uralitische Hornblende, sie sich um Pyroxene bildet, ist grünlich gefärbt.

Zoisit. Leisten mit der typischen Querabsonderung, selten echten Spaltrissen und den üblichen optischen Schwankungen (α- und β-Formen im selben Schliff nebeneinander). Auch Zwillinge. In den makroskopisch weißen Lagen bilden sie etwa zwei Drittel, der Quarz ein Drittel des Gesteins, während der Disthen daneben keine besondere Rolle spielt.

Disthen in kleinen Leisten, oft schwer vom Zoisit zu trennen, in guten Schnitten aber leicht durch Auslöschungsschiefe, höhere Doppelbrechung und die charakteristischen Zwillinge, welche gleichzeitig auslöschen, kenntlich.

Quarz füllt meistens die Zwickel zwischen den andern Gemengteilen, sehr häufig auch als Einschluß im Granat. Mineralogisch nicht bemerkenswert. Meist undulös.

Feldspat wurde nur in wenigen Schliffen in namhafter Menge beobachtet. Sein Fehlen in den andern glaube ich darauf zurückführen zu dürfen, daß er dort bereits in Zoisit umgewandelt ist. Infolge der starken mechanischen Beanspruchung zeigt er optische Anomalien: über- und unternormale Farben, durch schwarze Kompensationsstreifen getrennt, die beim Drehen des Tisches wandern. Wo eine Bestimmung trotz dieser undulösen Auslöschung noch einigermaßen möglich war, ergab sich ein sehr basischer Labrador (80 bis 82% An), der basischeste Feldspat, den ich bisher aus der Koralpe kennengelernt habe.

Der Plagioklas enthält, besonders an seinen Rändern, pathogene Neubildungen, winzige hochlichtbrechende Mikrolithen, γ' in der Längsrichtung. Sie bestehen vermutlich aus Klinozoisit (vgl. Angel in Tschermak's Mitt., **35**, 1921, p. 111 ff.). An der Grenze gegen Pyroxen treten Reaktionssäume auf, die ich wegen ihrer kleinschuppigen Beschaffenheit nicht bestimmen konnte.

Der hohe Anorthitgehalt des Feldspates würde vielleicht eher für primäre Natur sprechen als für Injektion, da aus den Eklogiten ein Basischerwerden nur um zirka 12 bis 15% bekannt ist.

Chlorit in feinen Faserströmen in gewissen total zerriebenen Teilen unseres Gesteins.

Erz teils Titaneisen mit Leukoxen, teils ein kiesiges Mineral, wahrscheinlich Pyrit. Rutil.

Mikroskopische Struktur.

Die Struktur ist typisch mylonitisch, in allen Graden der Zerstörung. Größere Mineralkörner zeigen randliche Zertrümmerung (Mörtelkränze) und sonstige Spuren mechanischer Beeinflussung: optische Anomalien, deutliche Verbiegungen der Lamellen, besonders

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

beim Diallag, Ansiedlung von pathogenen Neubildungen, randliche Umwandlungen in Kelyphit, Symplektit, Uralit usw. Stellenweise charakteristische Pseudomorphosen (Pilit?). Bei stärkerer Zertrümmerung Herausbildung von Lagen, bei denen hauptsächlich der Zoisit als einziges schieferholdes Mineral die Parallelstruktur hervorbringt. Die Hornblende zeigt auffallend wenig Neigung, sich in *s* einzustellen. Immer weiter gehende Ausschmierung, bis endlich Chlorit und andere winzige Minerale in feinen Kornströmen die Reste der größeren Körner umfließen (porphyroklastische Struktur). Eine so schöne krystalloblastische Verschieferung wie etwa bei den Zoisitamphiboliten kommt meist nicht zur Entwicklung, mit Ausnahme der erwähnten, makroskopisch weißen Lagen, die ein regelmäßiges Zoisitquarzgefüge darstellen.

In manchen Schliffen sind noch Reste von Injektionsgefügen zu bemerken, rundliche Korrosionsbuchten und siebförmige Durchlöcherung.

Alles in allem läßt sich infolge der Verwischung durch die Mylonitisierung nicht mehr feststellen, ob eine grabbroide oder eine krystalloblastische Struktur vorliegt, ob also das Gestein ein Tiefengestein oder ein krystalliner Schiefer ist. Dazu kommt, daß besonders die Stellung der Feldspate sehr unsicher ist. Die in manchen Schliffen beobachteten Labradorite scheinen primär zu sein, anderseits scheinen die erwähnten Korrosionsbuchten usw. auf Injektion zu deuten. Vor allem ist der stellenweise Reichtum an Zoisit wohl nur dadurch zu erklären, daß man hier die Umwandlungsprodukte von Injektionsadern annimmt. Es scheint hier also sowohl primäre als sekundäre Feldspate zu geben. Eine Aufteilung der Gemengteile nach ihrer Entstehung würde also etwa so aussehen:

I. Ursprungsgestein:

Hypersthen (Olivin?),
Diallag,
Granat,
? Hornblende,
Disthen,
Labrador,
Akzessorien.

II. Später erworben:

a) durch Zufuhr:

Feldspat (sauer?),
Quarz;

b) durch Umbau:

Hornblende,
Zoisit,
Spinell,
verschiedene unbestimmbare Pseudomorphosenminerale.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle V.

Diallageklogit vom Hollbauer, Wielfresen.

Analyse Hackl und Fabich.

	Gewichtsprozent	Mol. Quot. × 1000	Tetraeder-Zahlen
SiO_2 ..	48·53	805	
TiO_2 ..	0·32	4	$si = 109$
P_2O_5	min. Spur	—	
Al_2O_3 .	21·73	213	$al = 29$
Fe_2O_3 .	1·32	17	$fm = 28·5$
FeO .	2·70	38	$c = 38$
MnO .	0·01	—	$alk = 5$
MgO ..	6·28	156	100·5
CaO ..	15·65	279	
Cr_2O_3 ..	0·10	—	$\xi = 34$
Na_2O .	2·06	33	$\zeta = 43$
K_2O..... .	0·35	4	$\eta = 67$
Ges. H_2O .	0·60	33	
CO_2. .	0·09	2	$s = 3·274$
S .	0·05	—	
	99·79		

Chemische Zusammensetzung.

Aus der Mannigfaltigkeit der vorhandenen Ausbildungen wurde von dem Fundorte Holl, Gemeinde Wielfresen, eine Stelle ausgesucht, die noch am ehesten ein körniges Gefüge und am wenigsten des weißen Grundgewebes enthält. Die Kontrolldünnschliffe zeigen, daß auch hier schon eine gewisse Mylonitisierung stattgefunden hat, wenn auch das Gestein in bezug auf Verwitterung analysenfrisch ist.

Die Analyse wurde von den Herren Bergrat Dr. Hackl und Ing. Fabich ausgeführt.

Eine kontrollierende Volumsausmessung an den Dünnschliffen hatte keinen Sinn, weil die Gemengteile viel zu ungleichmäßig, zum Teil auch zu klein und nicht einmal immer ganz sicher zu bestimmen waren.

Im Vergleich mit dem Eklogitamphibolit vom Mautnereck (Tabelle II) ist diese Analyse reicher an Al_2O_3 und CaO, ärmer an SiO_2, TiO_2 und den Alkalien. Dementsprechend ist auch die Lage in der Tetraederprojektion (Tafel I) ziemlich abweichend. Die geringe Menge CO_2 ist auf karbonatische Neubildungen zurückzuführen.

Im ganzen weicht die Analyse beträchtlich von denen typischer Eklogite ab, stimmt dagegen gut mit gabbroiden Gesteinen (sehr gute Übereinstimmung z. B. mit dem bei Rosenbusch-Osann p. 206 zitierten Gabbro von Beverly Creek, Wash.).

Was ist nun dieses Gestein eigentlich?

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Schliffanalyse versagt hier vollkommen, weil man fast jeden Schliff anders benennen müßte. Die Namen Olivingabbro, Saussuritgabbro, Peridotit, Granatamphibolit, Zoisitamphibolit usw. würden hier in Betracht kommen.

Vergegenwärtigen wir uns die geologische Lage: Das Gestein tritt immer im Kern richtiger Eklogitamphibolite auf. Nun sind ja viele Fälle bekannt, in denen Eklogitkörper einen Restkern gabbroider Natur enthalten. Viele Eklogite zeigen überhaupt stellenweise gabbroide Struktur, wenn diese auch gelegentlich, wie ich bei den injizierten Eklogiten besprochen habe, sekundär wieder erworben sein kann. Eine Entscheidung, ob unser Gestein ein Tiefengestein oder ein krystalliner Schiefer sei, kann nicht gefällt werden. Besser gesagt, es ist ein Tiefengestein, das auf dem Wege ist, ein krystalliner Schiefer zu werden. Eine Zuteilung zu einer bestimmten Tiefenstufe, beziehungsweise Fazies hat keinen Sinn, weil die typomorphen Minerale aller Fazien in buntestem Durcheinander beisammen liegen.

Die chemische Abweichung von den Eklogiten ist zu groß, als daß unser Gestein einfach als Ausgangsmaterial als das den Eklogiten entsprechende Tiefengestein aufgefaßt werden könnte. Vielmehr handelt es sich wohl in beiden Fällen um Differentiationsprodukte eines Stamm-Magmas. Wie gesagt, müßte fast jedes Handstück anders benannt werden. Um einen Ausweg zu finden, bezeichne ich das Gesamtgestein vorläufig als »Diallageklogitgabbro«, wobei ich mir genau bewußt bin, daß diese Bezeichnung den Widerspruch derer erwecken wird, welche für den Eklogitbegriff einen omphazitischen Pyroxen unbedingt voraussetzen. Das Gestein ist ein Mittelding zwischen einem Gabbro und einem eklogitähnlichen Schiefer und die Bezeichnung als Gabbro würde dem einen Teil des Gesteines ebenso Unrecht tun wie die als Eklogit dem andern. Die Einheitlichkeit des geologischen Auftretens beider Gesteine hat mich zum letzteren Namen bestimmt, der vielleicht durch weitere Untersuchungen verbessert werden wird.

Saussuritgabbro.

War der »Diallageklogitgabbro« ein Gestein, das die Mitte zwischen Tiefengestein und krystallinem Schiefer hielt, so gibt es auch echte gabbroide Gesteine. Eines der wenigen Vorkommen liegt nordwestlich von der Mendelalpe, am Südabhang des Rosenkogels bei Stainz. Herr Ing. O. Friedrich in Graz hatte die Liebenswürdigkeit, mir aus seinen Aufsammlungen zwei Dünnschliffe und einige Handstücke zur Ansicht zu senden. Es sind schön körnige Massengesteine, eine sehr feinkörnige Abart (ungefähr »Pfeffer-Salz«-Färbung) und eine grobkörnige, bei der schwarzer Pyroxen und weiße Feldspatleisten schon makroskopisch zu erkennen sind. Im Dünnschliff der grobkörnigen Art (Nr. 20/S. C. 23 der Technischen Hochschule Graz) erweist sich der Pyroxen als Diallag, sehr reich an Erzeinschlüssen, die an Spaltrissen regelmäßig eingelagert sind. Sie sinken in der Größe bis zu feinem staubförmigem Pigment herab.

© Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften; download unter www.biologiezentrum.at

Neben dem Diallag finden sich, zum Teil schon durch pilitähnliche Pseudomorphosen ersetzt, Körnchen von Hypersthen, die durch ihren deutlichen Pleochroismus (α' rötlich, γ' grünlich) eindeutig von Olivin zu unterscheiden sind. Der Plagioklas ist ein Labrador mit zirka 54% An (starke Lichtbrechung, opt. +, ein Schnitt $\perp \alpha$ ergab $M : \alpha' = 29°$). Zoisitische Neubildungen.

Die feinkörnige Abart (Schliff Nr. 21/S. C. 23) führt auch Granat, der eigentümliche Rinden um Pyroxen bildet. Von einer genaueren Beschreibung soll Abstand genommen werden, um der Arbeit von Herrn Ing. Friedrich nicht vorzugreifen.

Dasselbe Gestein fand ich auch in erratischen Blöcken (einem miozänen Wildbachschutt entstammend) in der Gemeinde Gressenberg ober Schwanberg (S 17, 23). Es sind wieder gabbroide Gesteine, mit Diallag, Hypersthen (zum Teil schon durch Pseudomorphosen ersetzt), Granat, Labrador.

Die regionale Stellung der Koralpeneklogite und ihre Beziehungen zu anderen Eklogitvorkommen.

Überblicken wir die Gesamtheit der hier beschriebenen Gesteine, so fällt ihre Einheitlichkeit deutlich auf. Nur die gabbroiden Reste, die soeben behandelt wurden, weichen wesentlich im Chemismus von der Hauptmenge ab, ein winziges Vorkommen von Granat-Omphazitfels nimmt eine Sonderstellung ein.

Alle eklogitischen Gesteine der Koralpe sind zweifellos Orthogesteine. Die behandelten Verschiedenheiten sind nur texturell und mineralogisch, aber nicht chemisch. Alle die verschiedenen Typen ließen sich durch petrographisch-geologische Analyse als Derivate eines Eklogitamphibolites erkennen, aus dem sie durch Injektion, rückschreitende Metamorphose, zum Teil Diaphthorese hervorgegangen sind.

Die chemische Übereinstimmung mit den Amphiboliten der benachbarten Gebiete ist sehr gut, so daß sich die Einheitlichkeit der basischen Orthogesteine für einen großen Teil des steirisch-kärntnerischen Krystallins ergibt, daß wir die Verschiedenheiten eben nur als petrographische Fazien eines ziemlich einheitlichen Ausgangsgesteines erkennen. Vielleicht wird man eine Bezugnahme auf die berühmten, aber leider sehr wenig bekannten Eklogite der Saualpe vermissen. Die alten Beschreibungen und die eine Analyse zeigen gute Übereinstimmung, neuere Arbeiten fehlen seit Jahrzehnten. Soweit ich auf — leider nur kurzen — Vergleichsexkursionen sehen konnte, ist bei sonst guter Übereinstimmung ein Hauptunterschied der, daß die Saualpeneklogite schöne blaue Disthenkrystalle reichlich enthalten, während sie den Koralpeneklogiten, von belanglosen Einzelheiten abgesehen, fehlen. Manche ältere Angaben von Disthen haben sich als Zoisit herausgestellt.

Mit den Eklogiten und Amphiboliten des Bachergebirges, die wir aus den Beschreibungen von Ippen (**51, 52**) kennen, scheint

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wienl; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle VI.

Die wichtigsten Analysen von Eklogiten und verwandten Gesteinen.

(Graphische Darstellung siehe Tafel I.)

Nr.	Gestein	Fundort	Analytiker		*al*	*fm*		*alk*	ξ	ζ	η
1	Eklogitamphibolit	Mautnereck, Koralpe	Hackl, Fabich	124·5	19	46·5	26	8	27	34	45
2	Diallageklogitgabbro	Holl, Koralpe	» »	109	29	28·5	38	5	34	43	67
3	Eklogit	Eibiswald	Mautner	113	19	44	31	5	24	36	50
4	»	Oberfeistritz, Bachern	?	87	22	47	27	5	27	32	49
5	»	Silberbach, Fichtelgebirge	Gerichten	125·5	18	47	30	5	23	35	48
6	»	Eppenreuth, Fichtelgebirge		146	18	37·5	38	7	25	45	56
7	»	Unterpferdt, Fichtelgebirge		107	23	46	25	6	29	31	48
8	Hornblende-Eklogit	Schorgast, Fichtelgebirge		107·5	21	49	25	6	27	31	46
9	Eklogit	Sulztal, Ötztal	Hezner	92	22	45	21	7	29	28	43
10	Eklogitamphibolit	Burgstein, Ötztal	»	104	20	41	31	7	27	38	51
11	»	» »	»	138·5	22	46	24	8	30	32	46
12	Eklogit	»	»	91·5	17	52	25	7	24	32	42
13	Kelyphitamphibolit	Umhausen, Ötztal		112	19	49	23	9	28	32	42
14	Eklogit	Neusölden, Tirol		109	17·5	57	19	6	23·5	25	36·5
15	»	Romsdalhorn, Norwegen	Eskola	103	21	53	18	9	30	27	39
16	»	Lyngenes, Nordfjord	»	83	14	69	15	2	16	17	29
17		Landsvik, Holsenö	»	91	11	52	30	6	17	36	41
18		Le Cellier	Brière	94	10·5	54	24	12	22·5	36	34·5
19		Aiguilles rouges	Joukowsky	104	24	41	25	11	35	36	49
20		»	»	87	21	50	22	6	27	28	43
21		» »	»	106	23	50	24	3	26	27	47
22		» »	»	103	20	53	23	4	24	27	43
23		Puy Ferrières	Raoult	98	21	46	30	3	24	33	51
24		Piedpain	Brière	105	26	36·5	32	5	31	37	58
25		Fay	Raoult	117	14	45	33	8	22	41	47
26		Le Cellier	»	117	17	48	26·5	8	25	34·5	43·5

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

27	Eklogit	Puy Ferrières	Brière	90	16	54	25	5	21	30	41
28	»	Les Guerches	»	114·5	13	58·5	24	5	18	29	37
29		St. Denis le Chevasse	Raoult	106	21	44	30	6	27	36	51
30		La Favrie	»	102·5	19	44	31	4	23	35	50
31		La Compointric	»	90	17	46	33·5	3	20	36·5	40·5
32		Le Cellier	»	113	18	45	29	8·5	26·5	37·5	47
33	»	San Martin, Kalifornien	C. B. Allen	95	13	63	10	13	26	23	23
34	Granatbiotitamphibolit	Sprungkar, Koralpe	Machatschki, Gärtner	105	24·0	46	17	13	37	30	41
35	Eklogit	Altenburg, N.-Öst.	Schuster	96	17	51	30	3·5	20·5	33·5	47
36	Mittel aus 20 Gabbro An.	—	Rosenbusch, Osann	123	28	34	31	7	35	38	59
37	» » 12 Shonkiniten	—	» »	115	18	43	25	14	32	39	43
38	» » 4 Theraliten	—	» »	103	22	39·5	23	15	37	38	45
39	Gabromittel		aus Becke nach Daly,	107	24	42	27	7	31	34	51
40	Essexit	Rongstock	T.M.P.M., *14*, p. 99;	131	27	32	22	19	46	41	49
41	Theralith	Duppau	T.M.P.M., *22*, p. 281	96	17	45	25	13	30	38	42
42	Plagioklaseklogit	Mitterbachgraben, Waldvtl.	Marchet	93	19·5	48	29·5	3	22·5	32·5	49
O	Omphazit	Burgstein	Hezner	119	14	40·5	34	11	25	45	48
D	Diopsid			100	0	50	50	0	0	50	50
H	Hornblende		nach Becke,	75	25	50	25	0	25	25	50
Z	Zoisit		Lit. 141	86	43	0	57	0	43	57	43
A	Almandith			75	25	75	0	0	25	0	25

© Verlag Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

vollkommene Übereinstimmung zu bestehen, abgesehen von dem Disthengehalt der Bacherngesteine. Der »Diallag-Granat-Amphibolit« von Oberfeistritz (**52**, p. 32) scheint etwas Ähnliches zu sein wie das Gestein vom Holl. Die einzige Eklogitanalyse aus dem Bachern (Nr. 4 auf Tabelle VI und Tafel I) stimmt sehr gut mit Analyse Nr. 1 aus der Koralpe überein.

Von den Eklogitgebieten anderer Länder war gelegentlich schon vergleichsweise die Rede. Um diese Arbeit nicht zu überlasten, sei nur die vollkommene Übereinstimmung mit den aus dem Waldviertel, aus den Ötztaler Alpen, aus Norwegen, aus Frankreich bekannten Eklogiten erwähnt. Besonders das französische Material, das der Monographie von Y. Brière als Grundlage diente und das ich selbst in Handstücken und Schliffen studieren konnte, könnte ebensogut aus der Koralpe stammen. Als gemeinsam sei hervorgehoben, daß der Eklogit im engeren Sinne nirgends in größeren Massen auftritt, sondern immer nur als Schlieren in Eklogitamphibolit, dessen Hornblende durchaus primär ist und nicht aus dem Omphazit abgeleitet werden kann.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Schriftenverzeichnis.

Fortsetzung zu den Verzeichnissen in Koralpe I, II und VI. Abkürzungen dieselben.

137. 1913. Sigmund A., Neue Mineralfunde in Steiermark und Niederösterreich. MnV. *50*, 1913, p. 344.

138. 1927. Machatschki F. und H. R. v. Gärtner, Biotitgranatamphibolit von der Koralpe (Weststeiermark). Centralbl. 1927, A, p. 314—320.

139. 1927. Angel F., Wege der Amphibolitkrystallisation. Ibidem, p. 297—304.

140. 1926. Hammer W., Eklogit und Peridotit in den mittleren Ötztaler Alpen. Jahrbuch Geol. Bundesanst., *76*. p. 97—123.

141. 1926. Becke F., Graphische Darstellung von Gesteinsanalysen. T. M. P. M., *37*, p. 27—56.

142. 1925. Marchet A., Zur Kenntnis der Amphibolite des niederösterreichischen Waldviertels. Ibidem, *36*, p. 170—211, 224—320.

143. 1928. — Die chemische Zusammensetzung des Diallagamphibolites vom mittleren Kamptal. Ibidem, *39*, p. 35—44.

144. 1921. Eskola P., On the eclogites of Norway. Videnskapselskapets Skrifter, 1. mathem.-naturw. Kl., Kristiania.

145. 1916. Sederholm J. J., On synantetic minerals. Bullet. Commiss. géol. de Finlande, Nr. *48*, Helsingfors.

146. 1903. Hezner L., Ein Beitrag zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolite, mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommnisse des mittleren Ötztales. T. M. P. M., *22*.

147. 1920. Brière Y., Les éclogites françaises. Leur composition minéralogique et chimique; leur origine. Bullet. Soc. Française de minéralogie.

148. 1928. Closs A., Das Kammgebiet der Koralpe. MnV., *63*, p. 119—135.

149. 1882. Becke F., Die Gneisformation des niederösterreichischen Waldviertels. T. M. P. M., *5*.

149*a*. 1910. — Das Grundgebirge im niederösterreichischen Waldviertel. Compte rendu XI. Congrès Intern. Géol. Stockholm.

150. 1891. Lacroix M. A., Étude pétrographique des éclogites de la Loire inférieure. Bullet. de la Soc. des sciences Natur. de l'ouest de la France, *1*.

151. 1902. Franchi S., Über Feldspaturalitisierung der Natron-Tonerdepyroxene aus den eklogitischen Glimmerschiefern des Gebirges von Biella. Neues Jahrbuch, II., p. 112—126.

152. 1902. Baumgärtel B., Der Erzberg bei Hüttenberg. Jahrbuch Geol. Reichsanst., *52*, p. 219—244.

153. 1914. Ford W. E., A contribution to the optical study of the amphiboles. Americ. Journ. of science, *37*, p. 179—193.

153*a*. 1908. Kreutz St., Untersuchungen der optischen Eigenschaften von Mineralien der Amphibolgruppe etc. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien, mathem.-naturw. Kl., I, *117*, p. 875 ff.

154. 1914. Grengg R., Über die bei petrographischen Untersuchungen erforderliche Größe der Dünnschliffe. Zeitschr. für wissensch. Mikroskopie, *31*, p. 70—83.

155. 1928. Kieslinger A., Über Diaphthorese. Mitteil. Wiener Mineralog. Gesellsch. (im Druck).

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wienl; download unter www.biologiezentrum.at

© Verlag Geologische Bundesanstalt, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Anhang.

Bemerkungen über die bei den beiden chemischen Analysen zur Anwendung gebrachten Methoden.

Von

Ing. Karl Fabich.

Als Aufschlußmittel der Hauptmenge diente Natriumkarbonat. Zur vollständigen Abscheidung der Kieselsäure wurde ein zweimaliges Eindampfen zur Trockene vorgenommen (nach Hillebrand) und doppelte Filtration; zwecks vollständiger Entwässerung erfolgte längeres Glühen über dem Gebläse. Nach der Wägung wurde die Kieselsäure durch Schwefelsäure und Flußsäure gereinigt und der verbleibende Rückstand in Abzug gebracht.

Mit diesem Rückstand wurde der aus dem Filtrat von der Kieselsäure durch doppelte Fällung mit Ammoniak erhaltene Niederschlag von Eisen- und Aluminiumhydroxyd usw. vereinigt. Dazu kommt der geringe Anteil von Aluminiumhydroxyd, der erhalten wird, wenn das Filtrat vom Hauptniederschlag konzentriert und mit 1 bis 2 Tropfen Ammoniak versetzt wird.

Nach der Wägung wurde dieser Niederschlag mit einem Gemenge von gleichen Teilen Kalium- und Natriumpyrosulfat behandelt und die Schmelze mit Schwefelsäure und Wasser in Lösung gebracht. Die Ermittlung des Gehaltes an Gesamteisen geschah durch Titration mit Kaliumpermanganatlösung nach vorheriger Reduktion mit Schwefelwasserstoff und die Bestimmung des Titans erfolgte auf kolorimetrischem Wege durch Oxydation mittels Wasserstoffsuperoxydes (nach Weller). Die Menge des Aluminiums ergibt sich aus der Differenz.

Im Filtrat nach dem Eisen- und Aluminium-usw.-Niederschlag wurde durch zweimalige Fällung mit Ammoniumoxalat das Kalzium und in dem nun erhaltenen Filtrat durch wieder zweimalige Fällung mit Ammoniumnatriumphosphat das Magnesium erhalten.

Die Ferroeisenbestimmung erfolgte durch Aufschließung der Probe mit Schwefelsäure und Flußsäure in einem geräumigen Platintiegel nach einer etwas modifizierten Methode von Pratt und Titration mit Kaliumpermanganatlösung.

Das Mangan wurde auf kolorimetrischem Wege bestimmt.

Zur Feststellung der Menge des Chroms wurde ein Sodaaufschluß vorgenommen, dieser mit Wasser ausgezogen und in dieser Lösung auf kolorimetrischem Wege die Bestimmung durchgeführt.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, download unter www.biologiezentrum.at

Um den Gehalt der Probe an Phosphorsäure zu ermitteln, wurde ein Aufschluß mit verdünnter Salpetersäure und mit Flußsäure nach der Methode von Washington hergestellt und im salpetersaurem Auszug, nach Vertreiben der Flußsäure, die Fällung mit Ammoniummolybdat nach Woy vorgenommen.

Für die Schwefelbestimmung wurde die Probe mit Soda und Salpeter im Platintiegel, der in der gut passenden Öffnung einer Asbestplatte sitzt, aufgeschlossen und im wässerigen Auszug, nach Reduktion etwa vorhandenen Manganates mit einem Tropfen Alkohol nach dem Ansäuern mit verdünnter Salzsäure mit Bariumchloridlösung gefällt.

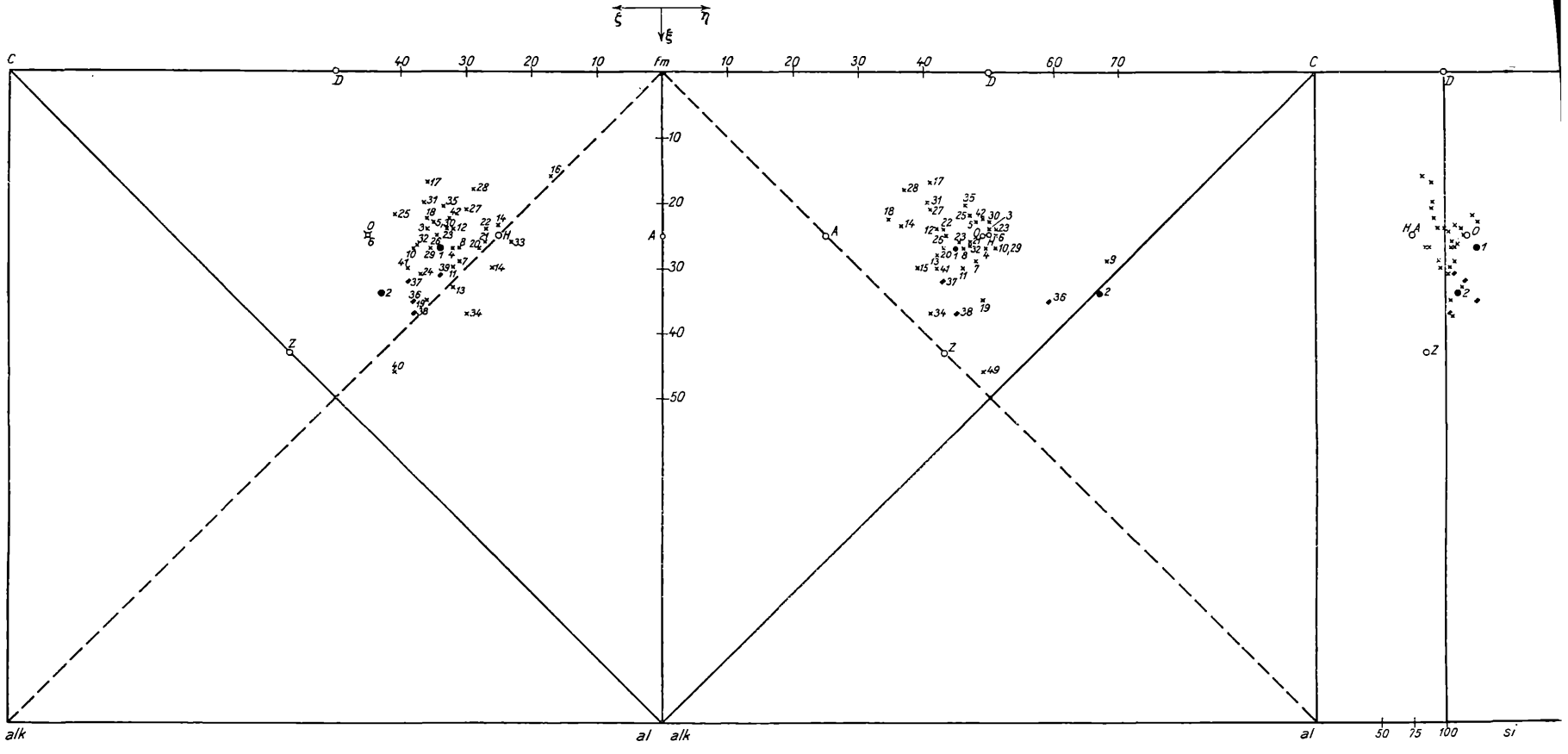
Zur Bestimmung der Alkalien wurde nach L. Smith vorgegangen, durch Aufschließung im Platin-»Fingertiegel« mit Kalziumkarbonat und Ammoniumchlorid.

Die Menge des Gesamtwassers wurde durch Absorbieren im Chlorkalziumrohr direkt gewogen.

Ebenso erfolgte durch Wägung die Feststellung des Gehaltes des durch verdünnte Salzsäure ausgetriebenen und im Natronkalkrohr aufgefangenen Kohlendioxydes.

Für die Ausführung der Bestimmung des spezifischen Gewichtes wurden größere Stücke, ungefähr 30 *g* schwer, welche durch Auskochen in destilliertem Wasser von anhaftender Luft befreit waren, verwendet Als Befestigungsmittel diente Roßhaar, wofür durch Zurückwägen bei gleich tiefem Eintauchen der entsprechende Wert in Abzug gebracht wurde.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wienl; download unter www.biologiezentrum.at



Tetraederprojektion (nach Niggli-Becke) von Eklogiten und verwandten Gesteinen. Erläuterung der Ziffern in Tabelle VI.

© Verlag Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erläuterung zu Tafel II.

Die wichtigsten Gefügetypen der Eklogitreihe.

Die Injektionsgefüge sind in den Textfiguren 5 und 6 wiedergegeben. Alle Aufnahmen bei // Nicols und in der gleichen Vergrößerung, zirka $5^1/_2$fach linear.

1. Körniger Eklogitamphibolit, S 129, Mautnereck (Analysengestein). Keine Schieferung. Große, dunkle Hornblenden, Omphazitreste innerhalb eines ausgedehnten Symplektitgewebes. Granat, die farblosen Stellen Quarz.

2. Zoisitamphibolit, S 130, Randfazies der Forstmauer. Krumbach. Deutliches Parallelgefüge durch die länglichen Zoisitleisten. Auch die Hornblende annähernd in s eingestellt.

3. Uralitschiefer, S 307 (Amphibolitdiaphthorit), Drautal westlich Mohrenhof. Die großen Uralite werden von einem feinzerstoßenen Grundgewebe umflossen.

4. Amphibolitdiaphthorit, S 301, Drautal westlich Unterdrauburg. Die Uralite sind schon fast ganz zerrieben. Die lichten Gemengteile (Quarz, Feldspat) und die dunklen (Hornblende) haben sich in getrennte Lagen geordnet.

5. Mylonit, S 304 (quarzreiche Lage im Amphibolitdiaphthorit), Dobrawa bei Unterdrauburg (Eisenbahneinschnitt). Die eckig zerbrochenen größeren Körner (Quarz, Feldspat) schwimmen in einem Grundgewebe fein zerriebener Körnchen. Die Schieferung durch Serizit-Chloritzüge ausgeprägt.

6. Granatfels, S 154, zwischen den Gehöften Wallischer und Fertenegg östlich von Andersdorf im Lavanttal. Der Granat, welcher zirka 70% der Fläche einnimmt, beherrscht das Bild. Das dunkle Mineral ist Omphazit, das farblose Quarz.

©Akademie der Wissenschaften, Wien; download unter www.biologiezentrum.at

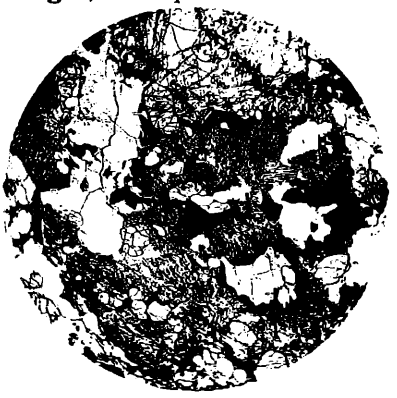


Fig. 1

Fig. 2

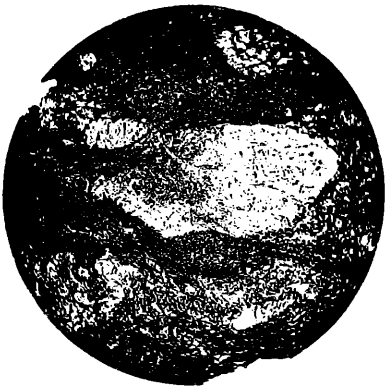


Fig. 3

Fig. 4

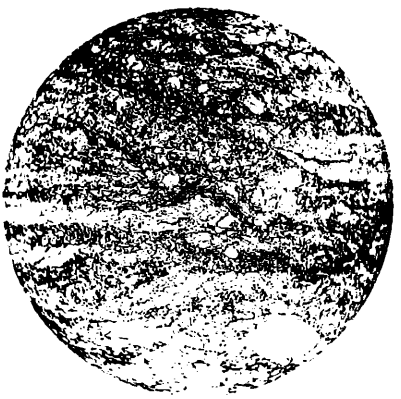


Fig. 5

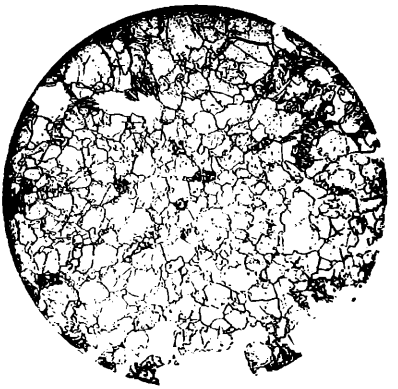


Fig. 6

Autor phot. Lichtdruck v Max Jaffé, Wien